

இந்த வெளியீட்டுக்கான விவாதங்கள், புள்ளிவிவரங்கள் மற்றும் ஆசிரியர் கயலிவரங்களை இங்கே காணக: <https://www.researchgate.net/publication/357824634>

ஸ்மார்ட் விவசாயம் பற்றி நீங்கள் தெரிந்து கொள்ள விரும்பிய அனைத்தும்

ஒன்றீடு ஜூலை 2022

DOI: 10.48550/arXiv.2201.04754

மேற்கொள்கள்

2

படிமுறை

4,444 (தொகை)

7 ஆசிரியர்கள், இல்லை நடவடிக்கை:



அவகாந்த மீத்ரா

நெடப்பாஸ்கா பங்கமலக்கழகம்-இங்கள்

25 வெளியீடுகள் 280 மேற்கொள்கள்

[கடமைக்கூட்டுத் தொகை](#)



வங்கி கக்குத் திருமணங் வாங்கிப்பும்

வடக்கு டெக்னாஸ் பல்கலைக்கழகம்

11 வெளியீடுகள் 92 மேற்கொள்கள்

[கடமைக்கூட்டுத் தொகை](#)



குநந்த பாப்ரவா

வடக்கு டெக்னாஸ் பல்கலைக்கழகம்

17 வெளியீடுகள் 206 மேற்கொள்கள்

[கடமைக்கூட்டுத் தொகை](#)



வெங்கட. கார்த்திக் விவகை வர்தன் பத்தவப்பனி

வடக்கு டெக்னாஸ் பல்கலைக்கழகம்

13 வெளியீடுகள் 85 மேற்கொள்கள்

[கடமைக்கூட்டுத் தொகை](#)

ஸ்மார்ட் பற்றி நீங்கள் தெரிந்து கொள்ள விரும்பிய அனைத்தும் வேளாண்மை

ஒரு முன்பதிலை

(b) அலகனந்த மித்ரா

கணினி அறிவியல் மற்றும் பொறியியல் துறை வடக்கு
பெட்சாஸ் பல்கலைக்கழகம், அமெரிக்கா

சுக்ருதா எல்.டி. வாங்கிபுரம் கணினி

அறிவியல் மற்றும் பொறியியல் துறை வடக்கு பெட்சாஸ்
பல்கலைக்கழகம், அமெரிக்கா

(b) ஆனந்த கே. பாபட்லா

கணினி அறிவியல் மற்றும் பொறியியல் துறை வடக்கு
பெட்சாஸ் பல்கலைக்கழகம், அமெரிக்கா

வெங்கட கே.வி.வி. பதலப்பள்ளி கணினி

அறிவியல் மற்றும் பொறியியல் துறை வடக்கு பெட்சாஸ்
பல்கலைக்கழகம், அமெரிக்கா

(b) சரஜா பி. மொஹந்தி

கணினி அறிவியல் மற்றும் பொறியியல் துறை வடக்கு
பெட்சாஸ் பல்கலைக்கழகம், அமெரிக்கா

(b) எலியாஸ்

சூக்கியானோஸ் வடக்கு பெட்சாஸ்
பல்கலைக்கழகம் மின் பொறியியல் துறை

சித்தராஞ்சன் ரே சிவில்

மற்றும் சுற்றுச்சூழல் பொறியியல் துறை நெப்ராஸ்கா
பல்கலைக்கழகம்-வீங்கன், அமெரிக்கா

ஐணவரி 12, 2022

சுருக்கம்

2050 ஆம் ஆண்டுக்குள் உலக மக்கள் தொகை 2 பில்லியனை நெருங்கும் என்று எதிர்பார்க்கப்படுகிறது. இதனால் உணவு தேவை வேகமாக அதிகரிக்கும். சில முன் ணேற்றங்கள் இருந்தபோதிலும், "பூஜ்ஜிய பசி" இலக்கை அடைவதில் உலகம் பின்தங்கியிருப்பதாக சமீபத்திய கணிப்பு காட்டுகிறது. சமூக-பொருளாதார மற்றும் நல்வாழ்வு வீழ்ச்சி உணவுப் பாதுகாப்பைப் பாதிக்கும். பாதிக்கப்படக்கூடிய மக்கள் குழுக்கள் ஊட்டச்சத்து குறைபாட்டால் பாதிக்கப்படுவார்கள். அதிகரித்து வரும் மக்கள் தொகையின் தேவைகளைப் பூர்த்தி செய்ய, விவசாயத் துறையை நவீனமயமாக்க வேண்டும், புதுதிசாலித்தனமாக மாற்ற வேண்டும் மற்றும் தானியங்கிமயமாக்க வேண்டும். பாரம்பரிய விவசாயத்தை ஏற்கனவே உள்ள தொழில்நுட்பங்களைப் பின்பற்றுவதன் மூலம் திறமையான, நிலையான, சுற்றுச்சூழல் நட்பு ஸ்மார்ட் விவசாயமாக மாற்றலாம். இந்த கணக்கெடுப்பு ஆய்வறிக்கையில், ஆசிரியர்கள் பயன்பாடுகள், தொழில்நுட்ப போக்குகள், கிடைக்கக்கூடிய தரவுத்தொகுப்புகள், நெட்வோர்க்கிள் விருப்பங்கள் மற்றும் ஸ்மார்ட் விவசாயத்தில் உள்ள சவால்களை முன்வைக்கின்றனர். வேளாண் சைபர் இயற்பியல் அமைப்புகள் இணைய-வேளாண்-விஷயங்களின் மீது எவ்வாறு கட்டமைக்கப்படுகின்றன என்பது பல்வேறு பயன்பாட்டுத் துறைகள் மூலம் விவாதிக்கப்படுகிறது. வேளாண்மை 4.0 ஓட்டுமொத்தமாக விவாதிக்கப்படுகிறது. தானியங்கிமயமாக்கலை ஆதரிக்கும் செயற்கை நுண்ணறிவு (AI) மற்றும் இயந்திர கற்றல் (ML) போன்ற தொழில்நுட்பங்களில் நாங்கள் கவனம் செலுத்துகிறோம். மேலும் தரவு ஒருமைப்பாடு மற்றும் பாதுகாப்பை வழங்கும் விநியோகிக்கப்பட்ட வெட்ஜர் தொழில்நுட்பம் (DLT). பல்வேறு கட்டமைப்புகள் பற்றிய ஆழமான ஆய்வுக்குப் பிறகு, தரவு செயலாக்கத்தின் இருப்பிடத்தை நம்பியிருக்கும் ஒரு ஸ்மார்ட் வேளாண் கட்டமைப்பையும் நாங்கள் வழங்குகிறோம். ஸ்மார்ட் வேளாண்மையின் தீர்ந்த ஆராய்ச்சி சிக்கல்களை எதிர்கால ஆராய்ச்சிப் பணிகளாக இரண்டு குழுக்களாகப் பிரித்துள்ளோம் - தொழில்நுட்பக் கண்ணேணாட்டத்தில் மற்றும் நெட்வோர்க்கிள் கண்ணேணாட்டத்தில். AI, ML, DLT ஆக ஊக்குவரியாக மற்றும் Physical Unclonable Functions (PUF) அடிப்படையிலான வன்னொருள் பாதுகாப்பு ஆகியவை தொழில்நுட்பக் குழுவின் கீழ் வருகின்றன, அதேசமயம் எந்தவொரு நெட்வோர்க் தொடர்பான தாக்குதல்கள், போன்ற தரவு உட்செலுத்துதல் மற்றும் இதே போன்ற அச்சுறுத்தல்கள் நெட்வோர்க் குழுவின் கீழ் வருகின்றன.

முக்கிய வார்த்தைகள்: ஸ்மார்ட் வேளாண்மை, இன்டர்நெட்-ஆஃப்-தீவு (IoT), சைபர்-பிசிகல் சிஸ்டம்ஸ் (CPS), அகிர்கல்ச்சர் சைபர்-பிசிகல் அமைப்புகள் (A-CPS), வேளாண் பொருட்களின் இணையம் (IoAT), இயற்பியல் மறைகுறியாகப்படாத செயல்பாடு (PUF), விநியோகிக்கப்பட்ட லெட்ஜர் தொழில்நுட்பம் (DLT), பிளாக்செயின்

1 அறிமுகம்

உலக மக்கள் தொகை 2050 ஆம் ஆண்டுக்குள் 9.7 பில்லியனை எட்டும் என்று எதிர்பார்க்கப்படுகிறது, மேலும் இந்த நூற்றாண்டின் இறுதிக்குள் 11 பில்லியனை எட்டும் என்று எதிர்பார்க்கப்படுகிறது [1]. இந்த கணிப்புகளைக் கருத்தில் கொண்டு, உலகளாவிய உணவு நூகர்வு விவரவான வேகத்தில் அதிகரிக்கும் என்று எதிர்பார்க்கப்படுகிறது. எதிர்கால மக்கள் தொகைக்கு சேவை செய்ய தேவையான உணவு உற்பத்தியில் அதிகரிப்பு ஒரு மிகப்பெரிய பணியாகும். உணவு விநியோக உற்பத்தியை அதிகரிப்பது நிலையான மற்றும் புத்திசாலித்தனமான விவசாயத்தின் மூலம் மட்டுமே சாத்தியாகும். 2030 ஆம் ஆண்டுக்குள் உலகம் முழுவதும் பசியை முடிவுக்குக் கொண்டுவருவதற்கான இலக்கு நிர்ணயிக்கப்பட்டுள்ளது. ஆனால் தற்போது, அந்த இலக்கை அடையும் பாதையில் நாம் இல்லை [2, 3]. இன்று உலகளில் 800 மில்லியன் மக்கள் ஊட்டச்சத்து குறைபாடு உள்ளவர்கள். அதிகரித்த மக்கள் தொகை இந்த பிரச்சினையில் குறிப்பிடத்தக்க பங்கை வகிக்கிறது, அதிகமான மக்கள் என்றால் அதிக உணவு, 2050 ஆம் ஆண்டுக்குள், உலக மக்கள் தொகைக்கு போதுமான அளவு உணவுளிக்க 70% அதிக உணவு உற்பத்தி தேவைப்படுகிறது [4]. பல காரணிகள் இந்த சூழ்நிலையை மோசமாக்குகின்றன:

* நூகரமயமாக்கல் உணவுப் பழக்கத்தை மாற்றி வருகிறது. மக்கள் அதிக விலங்கு புதக்கதை உட்கொள்கிறார்கள். 1997-1999 ஆம் ஆண்டில் ஆண்டு விலங்கு தனிநப்ர் புதக் ரூகர்வ 36.4 கிலோவாக் இருந்தது. இது 2030 ஆம் ஆண்டில் 45.3 கிலோவாக் அதிகரிக்கும்.

* இயற்கை வளங்கள் குறைந்து வருகின்றன. விவசாய நிலங்கள் விவசாயத்திற்குப் பொருத்தமற்ற நிலங்களாக மாறி வருகின்றன. தற்போதைய விவசாய நிலங்களில் 25% மிகவும் பொருத்தமற்றாகவும், 44% மிதமானதாகவும் உள்ளது. நீர் பற்றாக்குறை விவசாய நிலங்களில் 40% தரிசு நிலமாக மாறியுள்ளது. * நகர்ப்புற விரிவாக்கத்திற்காகவும் புதிய விவசாய நிலங்களுக்காகவும்

காட்டிப்பு நிலத்தடி நீரை விவரவாகக் குறைக்கிறது. * அதிகப்படியான விவசாயம் குறுகிய தரிசு காலங்களுக்கு வழிவகுக்கிறது, பயிர்

சூழ்நிலையை மற்றும் கால்நடைகள் அதிகப்படியான மேப்சஸல் மண்ணை ஏற்படுத்துகிறது. அரிப்பு.

* காலநிலை மாற்றம் வேகமாக நடந்து வருகிறது. இது உணவு சாகுபடியின் ஒவ்வொரு அம்சத்தையும் பாதிக்கிறது. கடந்த 50 ஆண்டுகளில், பச்சை இல்ல வாயு வெளியேற்றம் இரட்டிப்பாகியுள்ளது. இதன் விளைவாக கணிக்க முடியாத மழைப்பொழிவு மற்றும் வறட்சி அல்லது வெள்ளம் ஏற்படுவது அதிகரித்துள்ளது.

* உணவு வீணாக்கப்படுவது மற்றொரு பங்களிக்கும் காரணியாகும். உலகம் முழுவதும் உற்பத்தி செய்யப்படும் உணவில் 33% முதல் 50% வரை வீணாக்கப்படுகிறது.

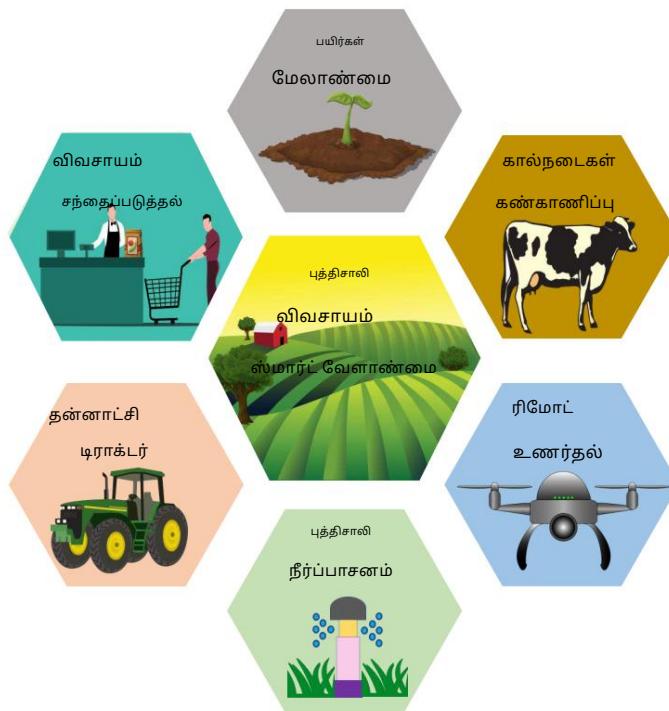
இந்தப் பிரச்சினைகளைத் தணிக்க, உணவு மற்றும் விவசாயத் தொழில்கள் "வேளாண்மை 4.0" ஐ வரவேற்கின்றன. இது அறிவியல் மற்றும் தொழில்நுட்பத்தை மையமாகக் கொண்ட ஒரு பசுமையான, புத்திசாலித்தனமான புர்சியாகும். பட்ட 1 ஸ்மார்ட் விவசாயத்தின் கண்ணேர்ட்டத்தைக் காட்டுகிறது.

தொழில்துறை புரட்சியின் வழியாக நாம் பின்னோக்கி பயணித்தால், அது உண்மையில் புதிய கற்காலம் மற்றும் செப்பு யுகங்களில் தொடங்கியது என்பதைக் காணகிறோம், அப்போது பண்ணையை மக்கள் மரம் மற்றும் பாறையை கருவிகளாகப் பயன்படுத்தினர், பின்னர் விவசாயத்திற்கு உலோகங்களை ஏற்றுக்கொண்டனர். ஆனால் தொழில் 1.0 நீராவி இயந்திரத்தின் பயன்பாட்டுடன் தொடங்கியது. மின் ஆற்றலின் பெருமளவிலைளை உற்பத்தி மற்றும் பயன்பாடு தொழில் 2.0 ஐத் தொடங்கியது. தொழில் 3.0 ஆட்டோமேஷன் மற்றும் தகவல் தொழில்நுட்பத்தின் பயன்பாட்டுடன் வருகிறது, அதேசமயம் தொழில் 4.0 சைபர் இயற்பியல் அமைப்புகளில் இயந்திரங்கள் மற்றும் முனைகளை AI, பிக் டெட்டா (BD), இன்டர்நெட் ஆஃப்-தீவு (IoT), ரோபாட்டிக்ஸ் போன்றவற்றின் மூலம் இணைக்கிறது. [5]. ஒரு இணையான விவசாயப் புரட்சியும் நிகழ்ந்தது - வேளாண்மை 1.0 இல் உள்ளாட்டு கருவிகள், வேளாண்மை 2.0 இல் திராக்டர்கள் மற்றும் உரங்களின் பயன்பாடு, வேளாண்மை 3.0 இல் முடிவு மற்றும் கண்காணிப்பு அமைப்புகள் மற்றும் வேளாண்மை 4.0 இல் ஸ்மார்ட் வேளாண்மை அல்லது ஸ்மார்ட் வேளாண்மை [5] ஆகியவற்றிலிருந்து தொடங்கி வேளாண்மை 4.0 என்பது பல்வேறு தொழில்நுட்பங்களின் ஒருங்கிணைப்பால் வரையறுக்கப்படுகிறது, எ.கா. IoT, AI, blockchain, ஆஸில்லா வான்வழி வாகனங்கள் (UAV), நானோ தொழில்நுட்பம் மற்றும் ரோபாட்டிக்ஸ் பயன்பாடு, படம் 2 இல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

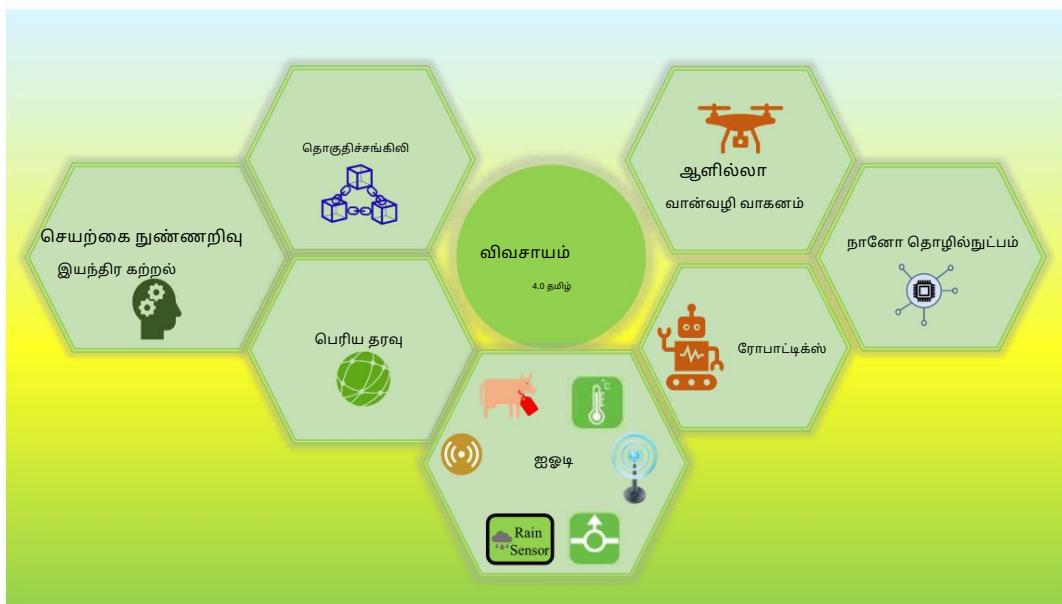
இந்த கணக்கெடுப்பின் மீதுமள்ள பகுதி எட்டு பிரிவுகளாக ஒழுங்கமைக்கப்பட்டுள்ளது. பிரிவு 2 ஸ்மார்ட் விவசாயத்தின் முக்கியத்துவத்தை முன்வைக்கிறது. பிரிவு 3 ஸ்மார்ட் விவசாய கட்டுமைப்பை முன்வைக்கிறது. இன்டர்நெட்-ஆஃப்-அக்ரோ-தீவு (IoAT) அடிப்படையிலான வேளாண் சைபர் பிசிகல் சிஸ்டம்ஸ் (A-CPS) பிரிவு 4 இல் விவாதிக்கப்படுகிறது. ஸ்மார்ட் விவசாயத்தின் பல்வேறு பயன்பாடுகள் பிரிவு 5 இல் விவரிக்கப்பட்டுள்ளன. தொழில் எதிர்கொள்ளும் சுவாஸ்கள் பிரிவு 6 இல் சித்திரிக்கப்பட்டுள்ளன. பிரிவு 7 ஸ்மார்ட் விவசாயத்தில் ஏற்றுக்கொள்ளப்பட்ட பல்வேறு தொழில்நுட்பங்களை விவரிக்கிறது, அதே நேரத்தில் பிரிவு 8 விவசாயத் துறையில் கிடைக்க்கூடிய தரவுத்தொகுப்புகளைப் பற்றி விவாதிக்கிறது. பிரிவு 9 எதிர்காலத்திற்கான திறந்த ஆராய்ச்சி சிக்கல்களைப் பற்றி பேசுகிறது, இறுதியாக பிரிவு 10 ஆய்வறிக்கையை முடிக்கிறது. ஆய்வறிக்கையில் பயன்படுத்தப்படும் சுருக்கெழுத்துக்களின் பட்டியல் ஆய்வறிக்கையில் இறுதியில் இணைக்கப்பட்டுள்ளது.

2 புத்திசாலித்தனமான விவசாயம் மற்றும் அது நமக்கு ஏன் தேவை?

உடல் உழைப்பு மற்றும் குறைந்த உற்பத்தித்திற்கு கொண்ட பார்மபரிய விவசாயம், படம் 2 இல் காட்டப்பட்டுள்ள தொழில்நுட்பங்களைப் பயன்படுத்தி நிலையான, புத்திசாலித்தனமான, திறமையான மற்றும் சுற்றுச்சுழலுக்கு உகந்த விவசாயமாக மாற்றப்படுகிறது. நீண்ட காலமாக நிறுவப்பட்ட, பழைய உலக விவசாயம் "புத்திசாலித்தனமான" விவசாயமாக மாறி வருகிறது. புதிய சொற்கள் உருவாகி வருகின்றன - "ஸ்மார்ட் வேளாண்மை," "டிஜிட்டல் வேளாண்மை," "தூல்வியமான வேளாண்மை." "ஸ்மார்ட் வேளாண்மை" என்பது "ஸ்மார்ட் வேளாண்மை" என்பதற்கான மற்றொரு பெயர். "ஸ்மார்ட் வேளாண்மை"யில், மனித உழைப்பைக் கருவிட்டதோடு, விளைபொருட்களின் தரத்தை நிறுவும் கூடிய விவசாயம் மக்களை விவரவான விவசாயத்தை அமுல்கையாக செயல்பட்டு வருவதற்கான அனுகுவதும், அந்தத் தரவைப் பயன்படுத்துவதும் கூடும்.



படம் 1: ஸ்மார்ட் வேளாண்மை கண்ணோட்டம்.



படம் 2: விவசாயத்தின் கவறுகள் 4.0.

"துல்லிய வேளாண்மை அல்லது வேளாண்மை" மற்றும் "டிஜிட்டல் வேளாண்மை" ஆகியவை பெரும்பாலும் "புத்திசாலித்தனமான வேளாண்மையின்" முன்னோடிகளாகும் [6]. எப்போது விவசாயத்தின் குறிப்போன்று, ஒரு குறிப்பிட்ட வயல் அல்லது பயிருக்கு உகந்ததாக்குதல், துல்லியம் மற்றும் தனிப்பயனாக்கப்பட்ட தீர்வுகளை உதவியுடன் வழங்குவதாகும். பல்வேறு தொழில்நுட்பங்கள், இது "துல்லியமான விவசாயம் அல்லது வேளாண்மை" என்ற வேளினின் கீழ் வருகிறது. "டிஜிட்டல் விவசாயம்" என்பது கலவையாகும். இந்த இரண்டில், இந்த ஆய்வறிக்கையில், "வேளாண்மை 4.0" மற்றும் அதன் எதிர்காலத்தைக் குறிக்கும் "புத்திசாலித்தனமான விவசாயம்" பற்றி விவாதிப்போம்.

பாரம்பரிய விவசாயத்துடன் ஒப்பிடும்போது, புத்திசாலித்தனமான விவசாயத்தின் மக்தான நன்மைகளை படம் 3 காட்டுகிறது. அவை:

- நீர் பாதுகாப்பு.

- உரங்கள் மற்றும் பூச்சிக்கொல்லிகளின் பயன்பாட்டை மேம்படுத்துதல். இதன் விளைவாக, விளைபொருட்கள் அதிக நச்சத்தன்மையற்றாகவும், ஊட்டச்சத்து நிறைந்ததாகவும் இருக்கும்.

- பயிர் உற்பத்தி திறன் அதிகரித்தல்.

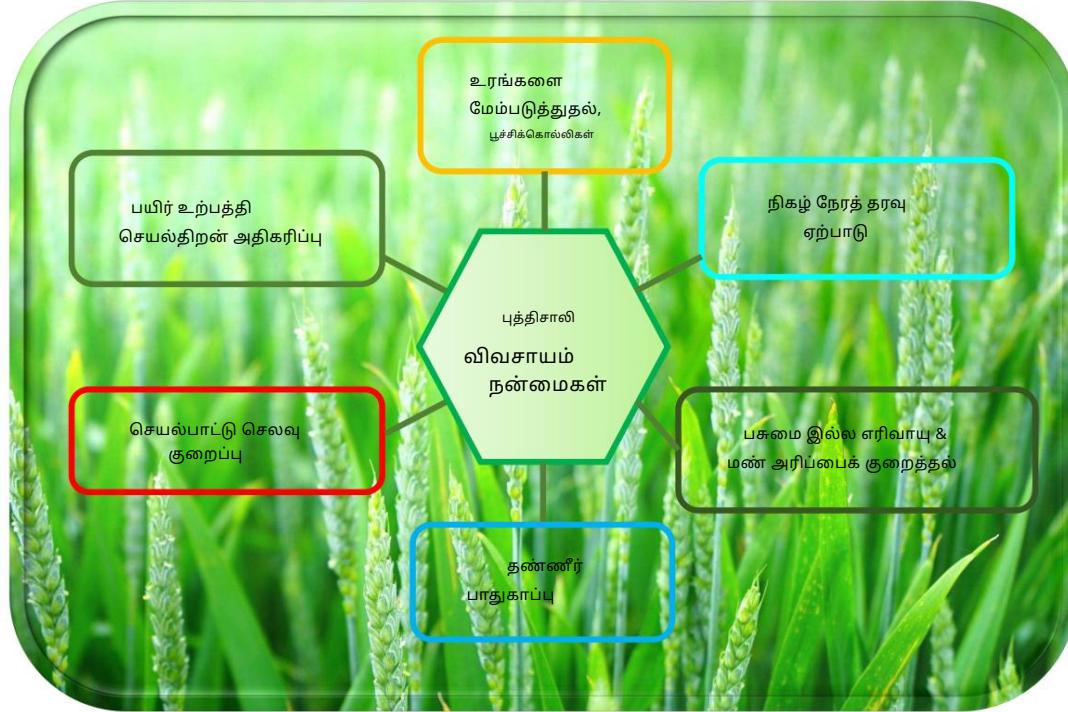
- செயல்பாட்டு செலவுகளைக் குறைத்தல்.

- நகரங்கள், பாலைவனங்களில் வழக்கத்திற்கு மாறான விவசாயப் பகுதிகளைத் திறப்பது.

- குறைந்த பசுமை இல்ல வாயு வெளியேற்றம்.

- மன்ன அரிப்பு குறைத்தல்.

- விவசாயிகளுக்கு நிகழ்நேர தரவு கிடைக்கும் தன்மை.



படம் 3: பாரம்பரிய விவசாயத்தை விட ஸ்மார்ட் விவசாயத்தின் நன்மைகள்.

3 ஸ்மார்ட் வேளாண் கட்டமைப்பு

IoT சமீபத்தில் விவசாயத் துறையை ஊக்குவித்து வருகிறது. பல்வேறு தொழில்நுட்பங்கள், நெறிமுறைகள் மற்றும் தரநிலைகள் பயன்பாட்டைப் பொறுத்து, செயல்படுத்தல் கட்டமைப்பில் தொடர்புடைய அடுக்குகளின் எண்ணிக்கை மாறுபடும்.

மூன்று அடுக்குகள் [7, 8, 9], நான்கு அடுக்குகள் [10, 11], ஐந்து அடுக்குகள் [12], ஆறு அடுக்குகள் [13], மற்றும் ஏழு கொண்ட ஸ்மார்ட் விவசாய கட்டமைப்புகள்

அடுக்குகள் [14] இலக்கியத்தில் வழக்கப்பட்டுள்ளன. அந்தக் கட்டமைப்புகளில் வெல்வேறு பெயர்களும் கண்ணோட்டங்களும் பயன்படுத்தப்பட்டுள்ளன.

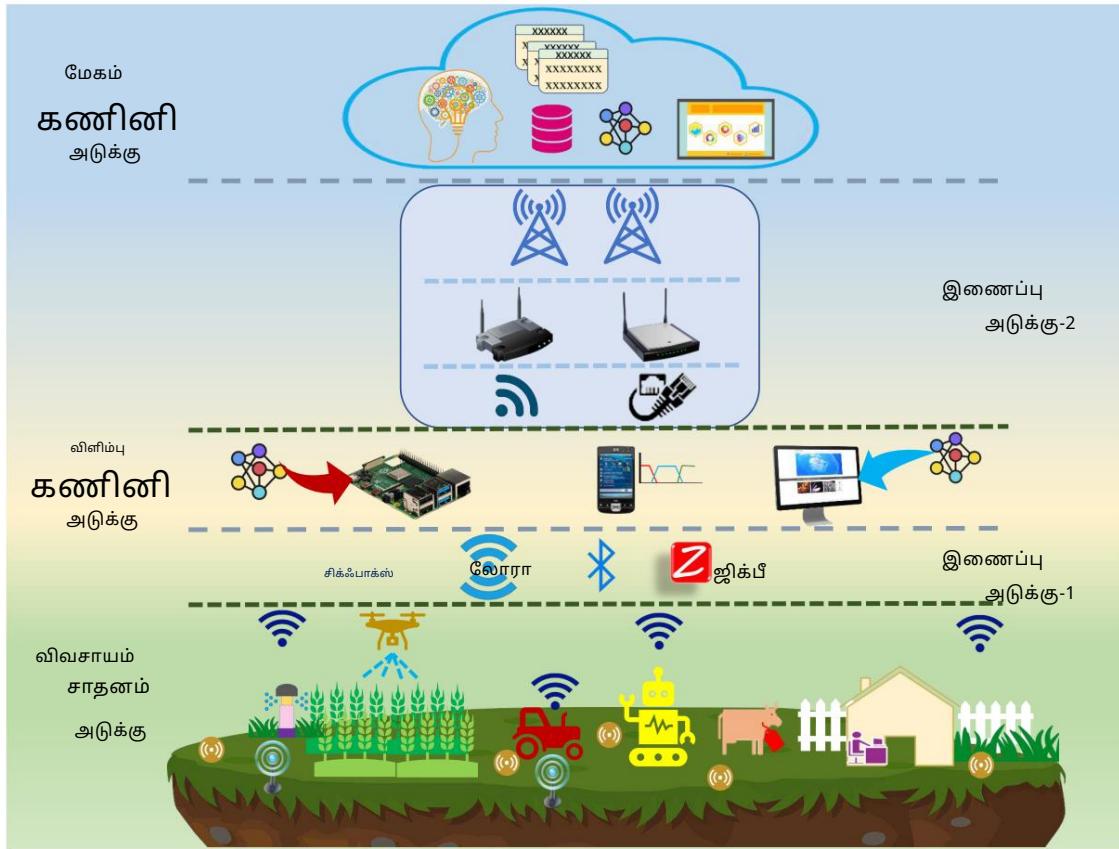
நாங்கள் ஒரு பொதுவான கட்டமைப்பை மாற்றியமைக்கிறோம், அங்கு அடுக்குகள் இருப்பிடத்தைப் பொறுத்து (நிகழ்வுக்கு அருகாமையில்) வரையறுக்கப்படுகின்றன.

அவற்றின் செயலாக்கம் மற்றும் அவை எவ்வாறு இணைக்கப்பட்டுள்ளன. இந்த புத்திசாலித்தனமான விவசாயக் கட்டமைப்பு படம் 4 இல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

நாங்கள் மூன்று முக்கிய அடுக்குகளுடன் கட்டமைப்பை சித்தரிக்கிறோம். இந்த அடுக்குகள் இரண்டு இணைப்பு அடுக்குகள் மூலம் இணைக்கப்பட்டுள்ளன. நாங்கள் இரண்டு இணைப்பு அடுக்குகளும் வெல்வேறு தொழில்நுட்பங்களுடன் வெல்வேறு அடுக்குகளை இணைப்பதால், அவற்றை இரண்டு துணை அடுக்குகளாகப் பிரிக்கவும்.

இணைப்பு அடுக்கு அனைத்து அடுக்குகளுக்கும் இடையில் ஒரு பாலத்தை நிறுவுகிறது. இது ஸ்மார்ட் விவசாய கட்டமைப்பின் மைய அடுக்காகும்

இதில் அனைத்து அடுக்குகளும் ஒன்றோடொன்று ஒத்திசௌகாக வேலை செய்கின்றன.



படம் 4: ஸ்மார்ட் விவசாயத்தின் கட்டமைப்பு.

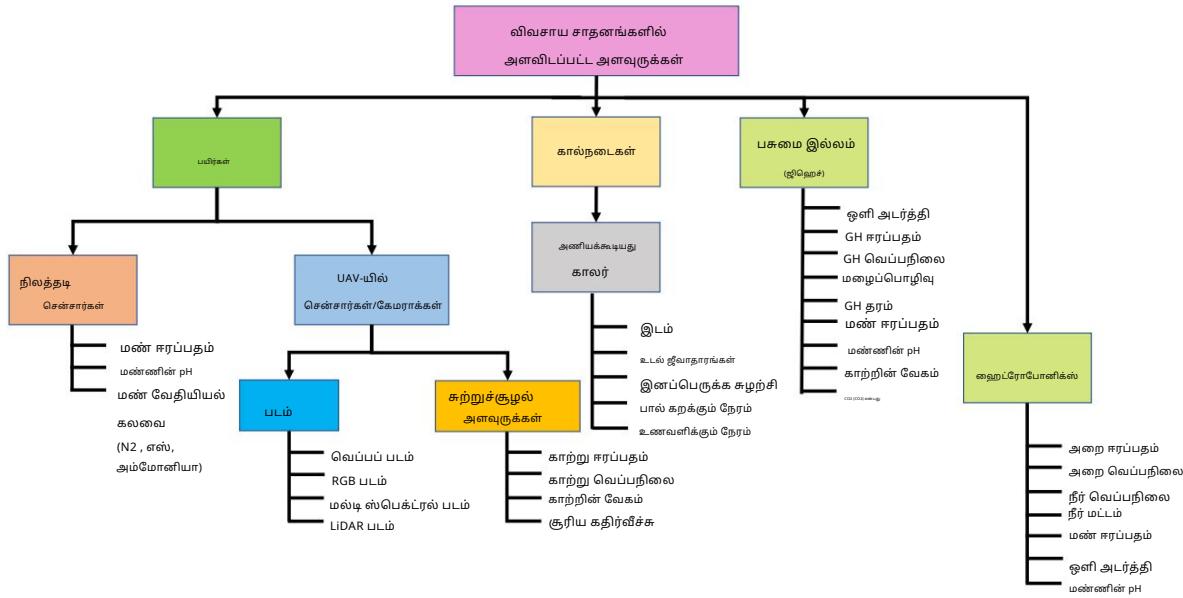
- அடுக்கு-1: வேளாண் சாதன அடுக்கு என்பது ஸ்மார்ட் விவசாயக் கட்டமைப்பின் அடிப்படை அடுக்கு ஆகும். இது விவசாய நிலம், விலங்குத் திண்ணைகள், பசுமை வீடுகள், வைஹட்ரோபோனிக் அமைப்புகள், டெக் செய்யப்பட்ட கால்நடைகள், ஆளில்லா வான்வழி வாகனங்கள், விவசாய ரோபோக்கள், தானியங்கி வேலி மற்றும் டிராக்டர்கள் [15, 16] வழியாக அமைக்கப்பட்ட சென்சார்கள் போன்ற பல்வேறு விஷயங்களைக் கொண்டுள்ளது.

இந்த சாதனங்கள் அல்லது விநியோகிக்கப்பட்ட மூல முனைகள் இயற்பியல் அளவுருக்களை உணர்ந்து, 24 மணி நேரமும் தரவை நிகழ்நேரத்தில் சேகரித்து, இணைப்பு அடுக்கு வழியாக அடுத்த அடுக்கில் உள்ள நுழைவாயில் முனைக்கு அனுப்புகின்றன, இது அடிப்படையில் வயர்வெள் சென்சார் நெட்வோர்க் (WSN). ஸ்மார்ட் விவசாயத்தின் பல்வேறு துறைகளில் வெவ்வேறு சென்சார்கள்/கேமராக்களால் உணரப்படும் தரவை படம் 5 காட்டுகிறது. எடுத்துக்காட்டாக, ஒரு நெல் பயிர் வயலில், நிலத்திட மன் சென்சார்கள் மற்றும் ஆன-UAV சென்சார்கள் மற்றும் கேமராக்கள் தரவைச் சேகரித்து மேலும் செயலாக்கத்திற்காக விளிம்பிற்கு அனுப்புகின்றன.

- அடுக்கு-2: இது எட்ஜ் கம்பியூடின் வேயர். இது பல எட்ஜ் நோட்களைக் கொண்டுள்ளது. முனைகளின் எண்ணிக்கை குறிப்பிட்ட ஸ்மார்ட் விவசாய முறையைப் பொறுத்தது. அடுக்கு-1 இல் சேகரிக்கப்பட்ட தரவு இங்கே செயலாக்கப்பட்டு, வடிகட்டப்பட்டு, குறியாக்கம் செய்யப்படுகிறது. முன்னதாக, விளிம்பு அடுக்கில் வள வரம்புகள் காரணமாக முன்கணிப்பு மற்றும் தீவு பாகங்கள் அடுத்த அடுக்கில் செய்யப்பட்டன. ஆனால் வள்பொருள் மற்றும் AI இன் எட்ஜ் முயற்சிகளின் சமீபத்திய முன்னேற்றத்துடன், பயிற்சி பெற்ற இயந்திக் கற்றல் மாதிரிகள் இந்த அடுக்கில் முன்கணிப்புகளைச் செய்து தீர்வுகளைப் பரிந்துரைக்க முடியும். இருப்பினும், வேலை வள விலை உயர்ந்ததாகவோ அல்லது நேரத்திற்கு உணர்திறன் இல்லாததாகவோ இருந்தால், முன்கணிப்பு மற்றும் அனுமானம் இரண்டையும் அடுத்த அடுக்கில் செய்ய முடியும். எடுத்துக்காட்டாக, ஒரு மாடு அதன் கூறப்படும் பகுதிக்கு வெளியே ஒரு கால்நடை பண்ணையில் இருந்தால் அல்லது பால் கறக்க வேண்டியிருந்தால், தேவையான நடவடிக்கைகள் விளிம்பு கணினி அடுக்கில் செய்யப்பட்டு விவசாயிக்கு அறிவிக்கப்படும்.

வன்பொருள் பலகைகள் விளிம்பு சாதனங்களாகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன [17]. சில பொதுவான பலகைகள் மற்றும் பயன்பாடுகளைக் குறிப்பிட, Arduino UNO, [18] இல் ஒரு கிரீன்ஹவுஸ் கண்காணிப்பு மற்றும் கட்டுப்பாடு அமைப்பிற்காகவும், ராஸ் பெர்ரி ஃபை ஒரு வைஹட்ரோபோனிக் அமைப்பிற்காகவும் [19], சுற்றுப்புற காரணிகளை நிரவிகிப்பதற்கான ஸ்மார்ட் விவசாய கலூக்களை இணைக்க ESP8266 [20], ஸ்மார்ட் பாசனத்திற்கான ESP32 [21], செங்குத்து விவசாய கிடங்குகளுக்கான இன்டெல் எடிசன் [22] மற்றும் வேளாண் வேதியியல் செயல்முறைகளைக் கண்காணிக்க பீகிள் போன் [23] பயன்படுத்தப்பட்டுள்ளது.

- அடுக்கு-3: கிளாவுட் கம்பியூடின் அடுக்கு என்பது ஸ்மார்ட் வேளாண் அமைப்பின் கீழ்மட்ட கட்டமைப்பின் மூன்றாவது அல்லது மேல் அடுக்கு ஆகும். இந்த மெய்நிகர் அடுக்கு பொதுவாக தரவு மையங்களில் வசிக்கிறது மற்றும் இணையம் மூலம் உலகில் எங்கிருந்தும் அனுக முடியும் [11]. விவசாய பண்ணைகளில் உள்ள சென்சார்கள் அல்லது கேமராக்கள் மூலம் சேகரிக்கப்பட்ட பாரிய தரவு



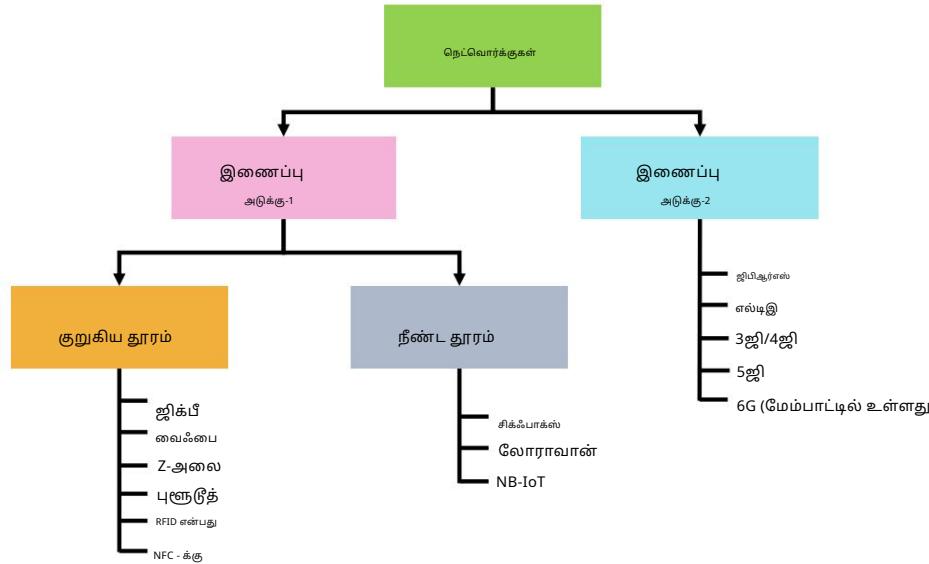
படம் 5: ஸ்மார்ட் விவசாயத்தின் பல்வேறு துறைகளில் சென்சார் அளவுருக்கள்.

செயலாக்க, பகுப்பாய்வு மற்றும் சேமிக்க. சமீப காலம் வரை, பெரும்பாலான பகுப்பாய்வு மற்றும் முடிவெடுப்பு மேகத்தில் பெரிய தரவுத் தொகுப்புகளைச் சேமிப்பதோடு [7, 8, 24] செய்யப்பட்டது. மேகத்தின் உயர் கணினி சக்தி பல்வேறு சீக்கலான பணிகளை நியாயமான நேரத்தில் செய்ய அனுமதி கிடிறது. ஆனால் மேகக் கணினியின் சில வரம்புகள் உள்ளன, அவை புதிய கணினி முன்னுதாரணங்களை உருவாக்க வேண்டும். தாமதம், அதிக அலைவரிசை அகல இணையத் தேவைகள், பாதுகாப்பு மற்றும் தரவின் தனியரிமை ஆகியவை ஸ்மார்ட் விவசாயத்தின் நேர உணர்திறன் கண்காணிப்பு மற்றும் நிர்வாகத்தைத் தடுக்கும் சில வரம்புக்குப்பட்ட காரணிகளாகும் .

AI, வன்பொருள் பலைகள் மற்றும் 5G நெட்வோர்க்கில் சமீபத்திய முன்னேற்றங்கள் ஆகியவை எட்டி AI என்ற புதிய முன்னுதாரணத்தை உருவாக்கியுள்ளன. இது தரவை அதன் தோற்றுப் புள்ளிக்கு அருகில் செயலாக்கும்போது தரவின் பாதுகாப்பையும் அதிகரிக்கிறது. எனவே தரவு மேகத்திற்கு பயணிக்காது அல்லது மையப்படுத்தப்பட்ட மேகத்தில் பகிரப்படுவதில்லை. எட்டி AI தாமதத்தையும் இணையத்தைச் சார்ந்திருப்பதையும் குறைத்துள்ளது .

* இணைப்பு அடுக்குகள்: அவை பல்வேறு அடுக்குகளைப் பிரிக்கின்றன. இணைப்பு அடுக்கு-1, அடுக்கு-1 இலிருந்து இயற்பியல் அளவுரு தரவைப் பெற்று, அடுக்கு-2 க்கு அனுப்புகிறது. அடுக்கு-2 இலிருந்து பதப்படுத்தப்பட்ட தரவு இணைப்பு அடுக்கு-2 ஆல் அடுக்கு-3 க்கு அனுப்பப்படுகிறது. படம் 6 இல் உள்ளபடி இணைக்கப்பட வேண்டிய பகுதியைப் பொறுத்து இந்த அடுக்கில் பல்வேறு பரிமாற்ற வரம்பு தொடர்பு நெட்வோர்க்குகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. விவசாய சாதன அடுக்கிலிருந்து விளிமிகு கணினி அடுக்குக்கு தரவு மாற்றப்படும்போது, அருகிலுள்ள வரம்பு ZigBee, Wi-Fi, Z-Wave, Bluetooth, Radio Frequency Identification (RFID), மற்றும் அருகிலுள்ள புல தொடர்பு (NFC) ஆகியவை பொதுவாகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன, அதேசமயம் நீண்ட வரம்புகளுக்கு SigFox, LoRaWan மற்றும் Narrowband IoT (NB-IoT) ஆகியவை பயன்படுத்தப்படுகின்றன [17]. எடுத்துக்காட்டாக, நெட்வோர்க் அலைவரிசை குறைவாக உள்ள தொலைதூர் கிராமத்தில் உள்ள ஒரு சிறிய பண்ணைக்கு குறைந்த பேட்டரி நுகர்வு Z-Wave ஒரு நல்ல தேர்வாகும். ஆனால் பெரிய பண்ணைகளுக்கு, LoRaWan அதன் குறைந்த ஆற்றல் பயன்பாடு மற்றும் நீண்ட தூர் பரிமாற்ற திறனுக்கு ஏற்றது. [25] இல் நிர் மேலாண்மை அமைப்புகளுடன் மண் மற்றும் காற்றைக் கண்காணிக்க புளுதே குறைந்த சக்தி பயன்படுத்தப்பட்டுள்ளது , மேலும் [26] இல் நிர்ப்பாசன அமைப்பை நிர்வகிக்க ஜிக்கீ பயன்படுத்தப்பட்டுள்ளது. ஸ்மார்ட் விவசாயத் துறையில் RFID பரவலாகப் பயன்படுத்தப்படுகிறது [27, 28, 29, 30, 31, 32]. [33] இல் நிர் மேலாண்மைக்கு SoRa பயன்படுத்தப்பட்டுள்ளது .

பதப்படுத்தப்பட்ட தரவு விளிமிகு கணினி அடுக்கிலிருந்து மேக அடுக்குக்கு அனுப்பப்படும்போது, தரை ஊடுருவும் ரேடார் சேவைகள் (GPRS), நீண்ட கால பரிணாமம் (LTE), 3G/4G மற்றும் 5G போன்ற செல்லுலார் தொழில்நுட்பங்கள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. சமீபத்திய 5G தொழில்நுட்பம் குறைந்த தாமதம், அதிக நம்பகத்தன்மை, பெரிய கவரேஜ பகுதிகள், அதிக தரவு வீதம் மற்றும் புதிய அதிர்வெண் பட்டைகள் [9] ஆகியவற்றைக் கொண்டுள்ளது. இது ஸ்மார்ட் விவசாயத்தை முன்னேற்ற பெரிதும் உதவும். [24] இல் நிர்ப்பாசனத்திற்கு GPRS பயன்படுத்தப்பட்டுள்ளது . புதிய முயற்சிகள் 5G ஜூப் பயன்படுத்தத் தொடங்கியுள்ளன [34, 35]. 5G நெட்வோர்க்கிள் வாரிச் 6G செல்லுலார் தொழில்நுட்பமாகும், இது வளர்ச்சியில் உள்ளது. இது தற்போதுள்ள மொபைல் நெட்வோர்க்குகளை விட மிக வேகமாக இருக்கும். நெட்வோர்கள் பரவலாகப் பட்ட மாதிரிகள் எட்டி கணினி, AI மற்றும் பிளாக்செயின் போன்ற பல்வேறு பகுதிகளை ஊக்குவிக்கும், இது ஸ்மார்ட் விவசாயத்தின் வளர்ச்சியை மேம்படுத்தும் .



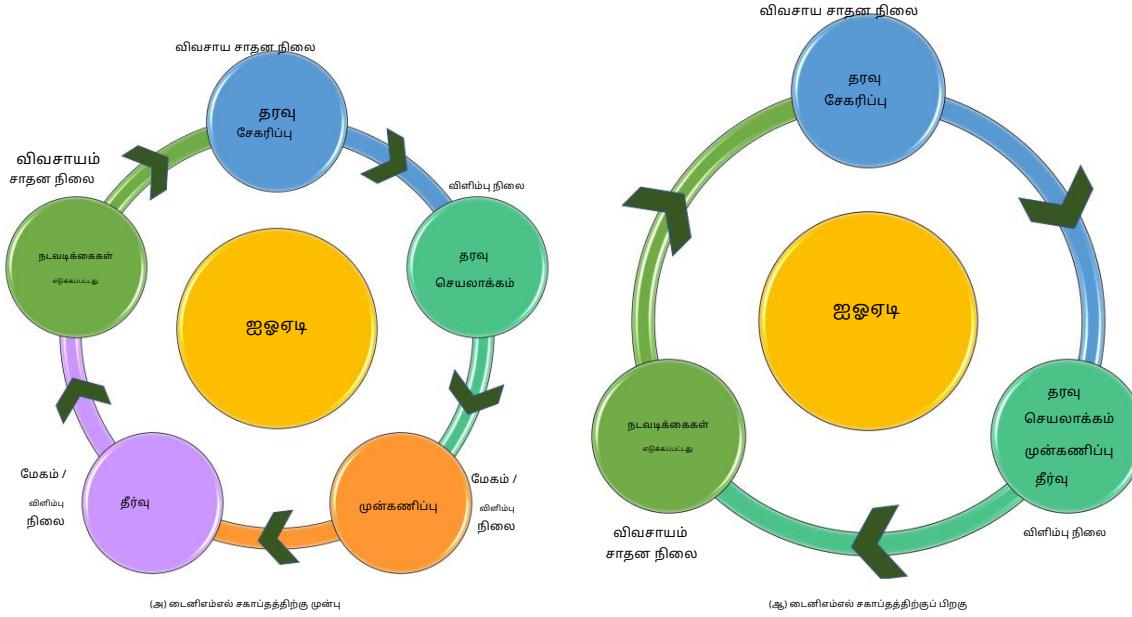
படம் 6: ஸ்மார்ட் விவசாயத்திற்கான பல்வேறு நெட்வோர்க்குள்.

4 வேளாண் பொருட்களின் இணையம் (IoAT) அடிப்படையிலான வேளாண் சைபர்-இயற்பியல் அமைப்புகள் (A-CPS)

IoT என்பது இணையம் வழியாக பிற சாதனங்கள் மற்றும் அமைப்புகளுடன் தரவை இணைப்பதற்கும் பகிர்வதற்கும் தனித்துவமான ஜிக் கொண்ட ஒன்றோடொன்று தொடர்படையை இயற்பியல் விஷயங்கள், சாதனங்கள், பொருள்களின் வலையமைப்பாகும். இயற்பியல் அமைப்புகளில் IoT ஜி செயல்படுத்துவது சைபர்-பிசிகல் சிஸ்டம்ஸ் (CPS) ஜி உருவாக்குகிறது. CPS என்பது இயற்பியல் நிறுவனங்கள் மற்றும் மென்பொருள் அல்லது கணினி திறன்களின் கலப்பின அமைப்புகளாகும். இது ஒரு தொழிற்துறையை வரையறுக்க ஒரு நிலை வழியாகும். ஸ்மார்ட் நகரங்கள் மற்றும் ஸ்மார்ட் கிராமங்கள் ஸ்மார்ட் ஹெல்த், ஸ்மார்ட் வேளாண்மை, ஸ்மார்ட் ஏரிசக்டி, ஸ்மார்ட் போக்குவரத்து, ஸ்மார்ட் குழிக்கள், புதுப்பிக்கத்தக்க ஏரிசக்டி போன்ற ஒன்று அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட CPS-களை உள்ளடக்கியது. A-CPS என்பது ஸ்மார்ட் விவசாயத்தின் மையமாகும். இது விவசாயத் துறையில் புரத்சியை ஏற்படுத்துகிறது. மருத்துவ விஷயங்களின் இணையம் (IoMT) ஹெல்த்கேர் சைபர்-பிசிகல் சிஸ்டம்ஸ் (H-CPS) ஜி உருவாக்குகிறது [6].

IoAT என்பது தரவு சார்ந்த அமைப்பாகும். நிலையான தரவு சேகரிப்பு, செயலாக்கம் மற்றும் பணிப்பாய்வை மிகவும் திறமையானதாக மாற்ற நடவடிக்கைகள் எடுக்கப்படுகின்றன. படம் 7(a) இது போன்ற ஒரு தொடர்ச்சியான அமைப்பு பணிப்பாய்வைக் காட்டுகிறது. இது விவசாயிகள் ஏதேனும் சிக்கலைக் கண்டறிந்தால் உடனடியாக நடவடிக்கை எடுக்க அனுமதிக்கிறது. சுழற்சி ஐந்து நிலைகளைக் கொண்டுள்ளது:

- தரவு சேகரிப்பு: முதலில், இணையம் ("I") மூலம் இணைக்கப்பட்ட பல்வேறு விஷயங்கள் ("T") அல்லது சென்சார்கள் சென்சார் நிலை அல்லது இருதி மட்டத்தில் தரவைச் சேகரிக்கின்றன.
- தரவு செயலாக்கம்: இரண்டாவதாக, மாதிரியுடன் தரவை இணைக்கமாக்க ஏதேனும் தரவு செயலாக்கம் தேவைப்பட்டால், அது இந்த கட்டத்தில் விளிம்பு மட்டத்தில் செய்யப்படுகிறது. உதாரணமாக, சென்சார் தரவு வரம்பில் இல்லாவிட்டால் அல்லது UAV ஆல் எடுக்கப்பட்ட புகைப்படங்கள் சாம்பல் நிற அளவிற்கு மாற்றப்பட வேண்டும் அல்லது மேகத்திற்கு அனுப்புவதற்கு முன்பு தரவின் ஏதேனும் குறியாக்கம் தேவைப்பட்டால், அவை இங்கே செய்யப்படுகின்றன.
- முன்கணிப்பு: இது பெரும்பாலும் ஒருக்கும் தொழில்நுட்பங்களுக்கான மேகங்களில் செய்யப்படுகிறது. விளிம்பில் செயலாக்கப்படும் தரவு, முன் வரையறுக்கப்பட்ட விதிகள் அல்லது மாதிரிகளிலிருந்து (பெரும்பாலும் ML, Fuzzy Logic (FL), மற்றும் Artificial Neural Networks (ANN) அடிப்படையிலானது) இங்கே பகுப்பாய்வு செய்யப்படுகிறது. எதிர்கால பயன்பாட்டிற்காக தரவு சேமிக்கப்படும் இடம் இதுதான். விளிம்பில் உள்ள AI முன்முயற்சி குழுநிலையை மாற்றுகிறது .
- தீர்வு: மேகத் தளத்தில் பிரச்சினை கண்டிரியப்பட்டவுடன், தீர்வு பரிந்துரைக்கப்படுகிறது. இந்த நிலை மேகத்திலோ அல்லது விளிம்பிலோ செய்யப்படலாம். உதாரணமாக, பண்ணை நிலத்தின் ஒரு பகுதி வறண்டிருந்தால், நீர்ப்பாசன அமைப்பின் எந்த வாஸ்வகள் எந்த மதிப்பை வெளியிட வேண்டும், எவ்வளவு நேரம் உலர் பகுதிக்கு உகந்த முறையில் தன்னீர் பாய்ச்ச வேண்டும் என்பதை இந்த நிலை குறிக்கிறது. • எடுக்கப்பட்ட நடவடிக்கைகள்: தீர்வு செயல்படுத்தப்படும் சுழற்சியின் இருதி கட்டம் இது. இது IoT சாதனத்தால் செய்யப்படுகிறது. முன்னர் குறிப்பிடப்பட்ட எடுக்கப்பட்ட நடவடிக்கைகளை இணைக்கிறது. IoT சாதனத்திற்கு முடிவை "அவுட்சோர்ஸ்" செய்வதற்கு பதிலாக, ML அடிப்படையிலான பணி வரையறுக்கப்பட்ட வள IoT சாதனத்தில் மட்டுமே செய்யப்படுகிறது. இந்த புதிய சகாப்தத்தில், படம் 7(a) படம் 7(b) ஆக மாறுகிறது.



படம் 7: IoT அடிப்படையிலான ஸ்மார்ட் விவசாய சமூகம்.

5 ஸ்மார்ட் விவசாயம்: பயன்பாடுகள்

இந்தப் பிரிவில், ஸ்மார்ட் விவசாயத்தின் பயன்பாட்டுப் பகுதிகள் விவாதிக்கப்பட்டுள்ளன. படம் 8 ஸ்மார்ட் விவசாயத்தின் சில பயன்பாட்டுப் பகுதிகளைக் காட்டுகிறது, எ.கா., பயிர் மேலாண்மை, ஸ்மார்ட் நிர்ப்பாசனம், கால்நடை கண்காணிப்பு மற்றும் பூச்சி கட்டுப்பாடு மற்றும் படம் 10 மேலும் சில பயன்பாடுகளைக் காட்டுகிறது, எ.கா., ஸ்மார்ட் கிரீன்ஷூப்ஸ், யுவீ மற்றும் தன்னாட்சி டிராக்டர் மற்றும் வைரல்டோபோனிக் அமைப்பு.

5.1 பயிர் மேலாண்மை

பயிர் மேலாண்மை என்பது பயிர் தேர்வு, சாகுபடி மற்றும் சந்தைப்படுத்துதலில் முக்கிய பங்கு வகிக்கும் பொருளாதார, சுற்றுச்சூழல் மற்றும் சமூகவியல் அம்சங்களை பகுப்பாயும் செயல்மறையாகும் .

பயிர் வளர்ச்சி, நீர்வளம் கிடைப்பது, உழைப்பு, காப்பீடு மற்றும் சுற்றுச்சூழல் காரணிகள் பயிர் முறைகளை வழிநடத்துகின்றன. சுற்றுச்சூழல் காரணிகள் பயிர் முறைகளில் மாற்றத்திற்கு பங்களிக்கின்றன. உதாரணமாக, குறைந்து வரும் நீர் வளங்கள் மற்றும் நிலத்தி நீர் மட்டங்கள் உள்ள பகுதிகளில், ஏராளமான நீர் வளங்கள் தேவைப்படும் நெல் சாகுபடி போன்ற பாரம்பரிய பயிர்களை நிலைநிறுத்த முடியாது. ஒரு விவசாயப் பொருளாக்கான சந்தை, அதே போல் வெவ்வேறு நாடுகள், ஏற்றுமதி மற்றும் இறக்குமதி கொள்கைகள், பயிர் தேர்வையும் பாதிக்கின்றன.

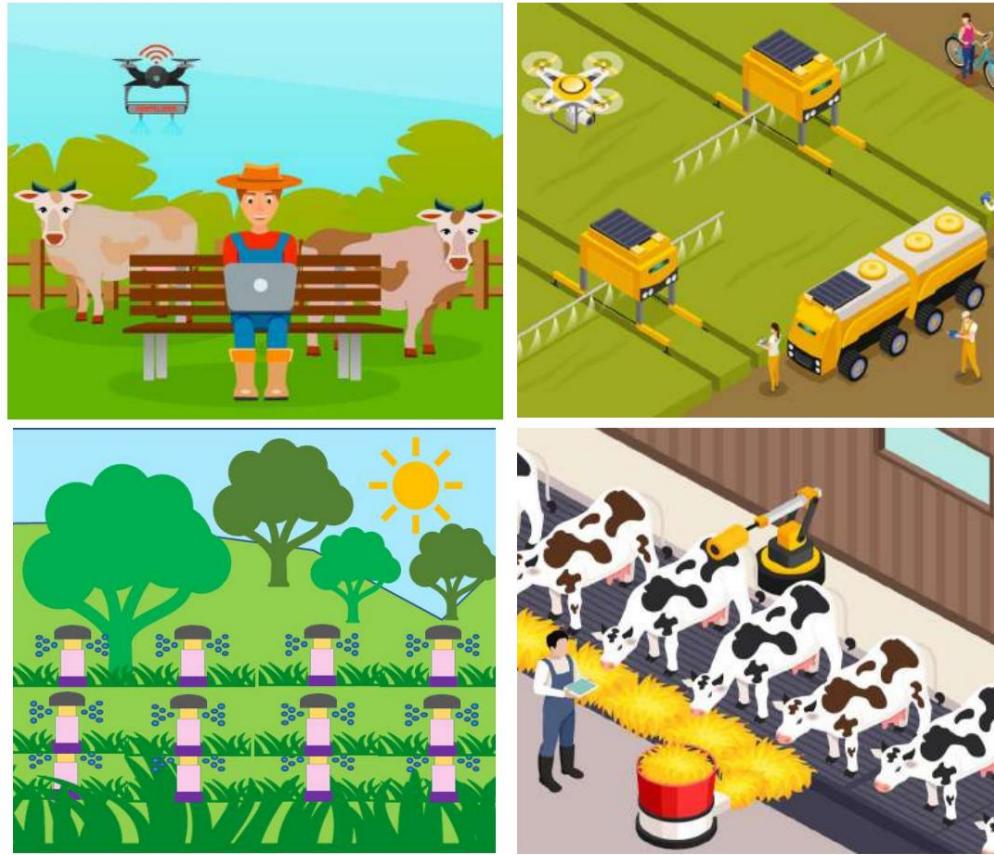
இரு பயிர் தேர்ந்தெடுக்கப்பட்டவுடன், பயிர் சாகுபடி அடுத்த முக்கியமான அம்சமாகும்.

IoT-ஐப் பயன்படுத்தி, விவசாயிகளுக்கு சமீபத்திய தொழில்நுட்பம் பொருத்தப்பட்டுள்ளது மற்றும் வயலில் வைக்கப்படும் சென்சார்கள் தாவர வளர்ச்சியைக் கண்காணிகளின்றன. உதாரணமாக, தாவர வளர்ச்சியைப் பாதிக்கும் பூச்சிகள் மற்றும் பூச்சிகளின் இருப்பைக் கண்காணிக்க வயலில் மீபொலி சென்சார்கள் வைக்கப்படுகின்றன. பூச்சிகள் இருப்பதைக் கண்டறிந்த பிறகு, பூச்சியை அகற்ற அதிர்வெண் ஒலி அலைகள் உருவாக்கப்படுகின்றன, மேலும் மேலும் உதவிக்காக விவசாயிக்கு பூச்சிகளின் இருப்பு குறித்து அறிவிக்கப்படுகிறது [37].

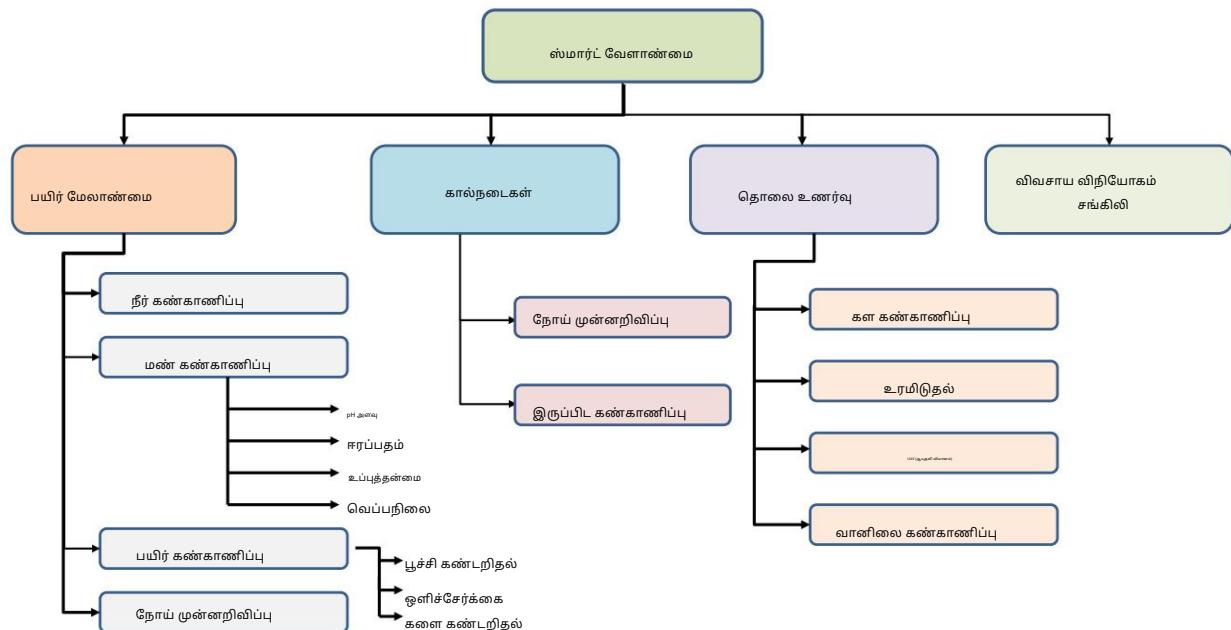
ஸ்மார்ட் பீபர்மிக் என்ற கருத்தை விளக்கும் பாய்வு விளக்கப்படம் படம் 9 இல் விவராகக் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.

5.2 மன்ன கண்காணிப்பு

ஒட்டுமொத்த விவசாய செயல்பாட்டில் மன்ன ஈர்ப்பதம் முக்கிய பங்கு வகிக்கிறது. தாவர வளர்ச்சி செயல்மறையின் போது ஒளிச்சேர்க்கை, சுவாசம், நீராவி வெளியேற்றம் மற்றும் தாதுக்களின் போக்குவரத்துக்கு இது பொறுப்பாகும் [38]. பண்ணை முடிவெடுப்பதில் மன்ன கண்காணிப்பு முக்கிய பங்கு வகிக்கிறது. பயிர் முறைகள் நீர் கிடைக்கும் தன்மை, மன்ன உப்பத்தன்மை, பூச்சிகள், ஈர்ப்பதம், pH மற்றும் ஈர்ப்பதம் போன்ற பலவேறு காரணிகளைப் பொறுத்தது. இந்த காரணிகள் மன்னின் ஆரோக்கியத்தை மதிப்பிடுவதில் உதவுகின்றன. வயலில் உள்ள சென்சார்கள் மன்னின் வெப்பப்ரினை மற்றும் ஈர்ப்பதத்தைக் கண்காணிக்கின்றன மற்றும் பகுப்பாய்வு செய்யப்பட்ட தாவு மேகத்திற்கு அனுப்பப்படுகின்றன. விவசாயிகள் பலவேறு காரணிகள் குறித்து எச்சரிக்கையைப் பெறுவார்கள் மற்றும் உட்புத்தன்மை உள்ளடக்கம் மற்றும் மன்னின் ஊட்டச்சத்து அளவு, ஈர்ப்பதம் மற்றும் வெப்பநிலை ஆகியவற்றின் அடிப்படையில் பயிர் முறைகள் பகுப்பாயும் செய்யப்பட்டு தர்மானிக்கப்படுகின்றன. ஒளிச்சேர்க்கையில் நீர் ஒரு முக்கிய அங்கமாக இருப்பதால், வெப்பநிலையை ஒழுங்குபடுத்துகிறது மற்றும் தாவர வளர்ச்சிக்கு உணவு மற்றும் அத்தியாவசிய ஊட்டச்சத்துக்களின் கேரியராக செயல்படுகிறது என்பதால், தாவர வளர்ச்சி செயல்பாட்டில் மன்ன ஈர்ப்பதம் ஒரு முக்கிய அம்சமாகும். ஈர்ப்பதம் ஊட்டச்சத்து விநியோகத்தைக் கட்டுப்படுத்துகிறது மற்றும் உகந்த தாவர வளர்ச்சிக்கு நீராவி வெளியேற்ற விகிதத்தை ஒழுங்குபடுத்துகிறது. காய்கறிகளுக்கு ஏற்ற ஈர்ப்பதம்.



படம் 8: ஸ்மார்ட் விவசாயத்தின் பயன்பாடுகள் - பயிர் மேலாண்மை, பூச்சி கட்டுப்பாடு, ஸ்மார்ட் நீர்ப்பாசனம், கால்நடை கண்காணிப்பு [36].



படம் 9: ஸ்மார்ட் விவசாயத்தின் பயன்பாடுகள்.

தாவர சாகுபடி 50% முதல் 60% வரை [39]. தாவரங்களின் வேருக்குள் வைக்கப்படும் மன் ஈர்ப்பத உணரிகள், நீர் வளங்களை உகந்த முறையில் பயன்படுத்தும் பயன்படுத்துவதற்கு மன்னையின் ஈர்ப்பத நீர்விரும்புகளை உகந்த முறையில் பயன்படுத்தும் பயன்படுத்துவதற்கு உகந்த முறையில் நீர்ப்பாசனம் செய்வதன் மூலம் தன்னீரைச் சேமிக்கிறது. இரண்டு வகையான நீர்ப்பாசன அமைப்புகள் உள்ளன - வானிலை அடிப்படையிலான மற்றும் மன் ஈர்ப்பத சென்சார் அடிப்படையிலான. வானிலை அடிப்படையிலான நீர்ப்பாசன அமைப்புகள் உள்ளூர் மினி வானிலை நிலையத்திலிருந்து வெப்பிலை மற்றும் மழுப்பொழிவுக் காலைப் பெறுகின்றன. மேலும் ஒரு கட்டுப்படுத்தி நீர்ப்பாசனத்தை ஒழுங்குபடுத்துகிறது. மன் ஈர்ப்பத சென்சார் அடிப்படையிலான நீர்ப்பாசன அமைப்புகளில், மரங்களின் புல்வெளிக்குள் வைக்கப்படும் சென்சார்கள், மன்னையின் ஈர்ப்பதத்தை தூல்வியமாக தீர்மானிக்கின்றன. இந்த வகை நீர்ப்பாசனத்தில், ஈர்ப்பதம் மற்றும் காற்று வெப்பநிலையின் தூல்வியமான மதிப்புகள், வானிலை கண்காணிப்பு மற்றும் பயிர் முறை ஆகியை வெயலுக்கு நீர்ப்பாசனம் செய்ய தேவைப்படுகின்றன. தரவு மேகத்திற்கு அனுப்பப்படுகிறது மற்றும் தெளிப்பான்கள் போன்ற ஆக்ஸவேட்டர்கள் செயல்படுத்தப்படுகின்றன [42]. மன் ஈர்ப்பத சென்சார் மதிப்புகள் பண்ணையின் ஒரு யூநிட் பகுதிக்கு நீர்ப்பாசன அடிப்படையிலான மொபைல் பயன்பாட்டில் 100% செயல்திறனையும் உறுதி செய்கிறது [43]. விவசாயிகள் ஸ்மார்ட்போன் அடிப்படையிலான மொபைல் பயன்பாட்டிலிருந்து நீர்ப்பாசன முறையை இயக்கலாம். இந்த நீர்ப்பாசன அமைப்பு வெப்பிலை, ஈர்ப்பதம், மன் ஈர்ப்பதம் மற்றும் வயலில் வைக்கப்பட்டுள்ள மீட்யாலி சென்சார்கள் [44] ஆகியவற்றின் தரவை அடிப்படையாகக் கொண்டது. தானியங்கி நீர்ப்பாசனத்திற்கான ஸ்மார்ட்போன் அடிப்படையிலான மொபைல் பயன்பாடு, பயனர் நட்பு மொபைல் பயன்பாடைப் பயன்படுத்தி பகுப்பாய்வு செய்வதற்காக மேகத்துடன் இணைக்கப்பட்டுள்ளது, அங்கு விவசாயிகள் பாசன பம்புகள் பண்ணைக்கு தன்னீர் பாய்ச்சுவதன் மூலம் செயல்படுத்த முடியும்.

5.4 கால்நடை கண்காணிப்பு

கால்நடை மேலாண்மை என்பது ஸ்மார்ட் விவசாயத்தின் ஒரு முக்கிய பகுதியாகும். IoT செயல்படுத்தப்பட்ட கால்நடை சுகாதார கண்காணிப்பு அமைப்பு, விவசாயிகள் கால்நடை மற்றைத்தகளின் ஆரோக்கியத்தை கண்காணிக்கவும், மேய்ச்சல் விலங்குகளை கண்காணிக்கவும், இனப்பெருக்க நடைமுறைகளை மேம்படுத்தவும் உதவுகிறது. அணியிக்கடிய காலர் அல்லது RFID டேக்கைப் பயன்படுத்தி இதயத் தூடிப்பு, இரத்த அழுத்தம் அல்லது சுவாச வீதம் போன்ற உடல் முக்கியத்துவம் கொண்டுள்ளது - மனித சக்தியை மிச்சப்படுத்துதல் மற்றும் கால்நடைகளின் ஆரோக்கியத்தை தானாகவே கண்காணிக்க முடியும். இது இரண்டு மடங்கு நஞ்சமைகளைக் கொண்டுள்ளது - மனித சக்தியை மிச்சப்படுத்துதல் மற்றும் விலங்குகளுக்கு நேர்த்தை உணர்திறன் கொண்ட சிகிச்சையை வழங்குதல், இது நோய்கள் பரவுவதைத் தடுக்கிறது. இந்த நோக்கத்திற்காக, உலகளாவிய நிலைப்படுத்தல் அமைப்பு (GPS) கண்காணிப்பு பயன்படுத்தப்படுகிறது [42]. இது விலங்குக்கு ஏற்படும் விபத்துகளையும் தடுக்கலாம். விலங்கு அடையாளம் காணல் மற்றும் கண்காணிப்பிலும் RFID டேக்குகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன [45].

5.5 தொலை உணர்வு

விவசாயத்தில் ரிமோட் சென்சிங், விவசாயிகள் பயிர் குறித்த நிகழ்நேரத் தரவைப் பெற ரோன்களைப் பயன்படுத்தி உதவ முடியும், அவை பண்ணை வயல்களை வரைபடமாகக் கூட்டுத் தலாம். பயிர் ஆரோக்கியம் மற்றும் விவசாய நிலத்தின் நிலை பற்றிய தகவல்களைப் பயன்படுத்தி பயிர் விளைச்சலைச் சரிபார்க்கவும் அவற்றைப் பயன்படுத்தலாம். மன்னையின் நிலைமைகளை வரைபடமாக்குவதற்கும், ஒரு குறிப்பிட்ட பயிருக்கு ஏந்த வகையான மன் சிறந்து என்பதை விவசாயிகள் தீர்மானிக்க உதவுவதற்கும் ரிமோட் சென்சிங்களைப் பயன்படுத்தலாம். களை மற்றும் பூச்சிகளைக் கண்டறிந்து சரியான பூச்சிக் கட்டுப்பாட்டு வழிமுறைகளை மாற்றியமைக்கலாம்.

தொலைதூர் உணர்தலின் மிக முக்கியமான பயன்பாடு வானிலை முன்னிலைப்பு மற்றும் மழைப்பொழிவு, வறட்சி நிலைகள் மற்றும் நீர் வளங்களை அடையாளம் காண இதைப் பயன்படுத்தலாம், இதன் மூலம் விவசாயிகளுக்கு நீர் கிடைப்பது மற்றும் வானிலை குறித்து முன்கூட்டியே எச்சரிக்கை விடுக்கலாம், இதனால் மூலதனம் மற்றும் பயிர் திட்டமிடல் முன்கூட்டியே செய்யப்படலாம் [46]. பயிர் சாகுபடி செயல்முறையை அளவிடுவதற்கான மிக முக்கியமான அளவுருக்களில் ஒன்றான இயல்பாக்கப்பட்ட வேறுபாடு தாவர குறியீடு (NVDI) மதிப்புகள், மக்குல் கணிப்பு மற்றும் தாவர வளர்ச்சியை அறிவிக்கப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன [47]. பண்ணை வயலில் உள்ள தொலைதூர் உணர்தல் கருவிகள் சிறந்து இடஞ்சார்ந்த தெளிவுத்திறனுடன் அஜியோடிக் அமுத்த முகவர்களைக் கண்காணிக்கப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன [48].

5.6 ஸ்மார்ட் கிரீன்ஹவுஸ்

உலகளாவிய காலநிலை மாற்றம் மற்றும் குறைந்து வரும் இயற்கை வளங்கள் காரணமாக, விவசாயத் துறை தொலை உதவுக்களைப் பயன்படுத்தி ஆதரவு விவசாய நுட்பங்களை வரவேற்கிறது. ஸ்மார்ட் கிரீன்ஹவுஸ் அவற்றில் ஒன்று. இது தாவரங்களுக்காக வடிவமைக்கப்பட்ட உட்புற கட்டுப்பாட்டு குழலாகும். இது IoT மற்றும் AI/ML தொழிலநுட்பங்களுடன் ஒருங்கிணைக்கப்பட்ட ஒரு சுய-தனிமைப்படுத்தப்பட்ட பண்ணை கண்காணிப்பு சுற்றுச்சூழல் அமைப்பாகும். இது காற்று, புயல்கள் மற்றும் வெள்ளத்திலிருந்து பண்ணையைப் பாதுகாக்கிறது. இது கைமுறை தலையீடு இல்லாமல் உற்பத்தித்திறனின் செயல்திறனை அதிகரிக்கிறது.

காய்கறிகள், பழங்கள் மற்றும் பிற தோட்டக்கலை பயிர்களின் முக்கியத்துவத்தை கண்காணிக்க கிரீன்ஹவுஸ்களுக்கு குறிய சக்தியில் இயங்கும் IoT சென்சார்கள் வைக்கப்படுகின்றன. மரத்தின் வேருக்குள் வைக்கப்படும் மன் ஈர்ப்பத உணர்தலைப் பயன்படுத்தி தானியங்களைப் பயன்படுத்தி சொட்டு தொலைதூர் கருவிகள் சொட்டு தொலைதூர் கருவிகளைக் கட்டுப்பட்ட வெளிச்சம் தாவர வளர்ச்சியையும் ஆண்டு மழுவதும் விளைச்சலையும் புதுப்பிக்கும்.

சொட்டு நீர் உரமிடுதல் நுட்பங்களைப் பயன்படுத்தி, தாவரங்களின் உதந்த வளர்ச்சி மற்றும் நல்ல ஆரோக்கியத்திற்குத் தேவையான பொட்டாசியம், பாஸ்பரஸ் மற்றும் பிற தாதுக்கள் போன்ற போதுமான அளவு தாதுக்களை தெளிக்கலாம். விவசாயிகளின் வசம் தொழிலநுட்பங்கள் இருப்பதால் ஸ்மார்ட் கிரீன்ஹவுஸ் சாகுபட அதிகரித்து வருகிறது, மேலும் ஸ்மார்ட் கிரீன் நுட்பங்களைப் பயன்படுத்தி ஆர்கானிக் பழங்கள் மற்றும் காய்கறிகளுக்கான தேவை அதிகரித்து வருகிறது [49]. ரோஜா செடுகளின் உற்பத்தித்திறனை அதிகரிப்பதற்காக [50] இல் ஒரு முடிவு ஆதரவு அடிப்படையிலான IoT நட்பு ஸ்மார்ட் கிரீன்ஹவுஸ் அமைப்பு வழங்கப்பட்டுள்ளது .



படம் 10: ஸ்மார்ட் விவசாயத்தின் பயன்பாடுகள் - ஸ்மார்ட் கிர்ஸ்வைவுஸ், விவசாய ரோபோ, UAV மற்றும் தன்னாட்சி டிராக்டர், வைட்ரோபோனிக் அமைப்பு [36].

5.7 ஆளில்லா வான்வழி வாகனம்

தற்போதைய விவசாயத் துறையில், UAV எனப்படும் ட்ரோன்களின் பயன்பாடு படிப்படியாக அதிகரித்து வருகிறது. பயிர் மேப்பிங், வயல் கணகாணிப்பு, ரிமோட் சென்சர்கள், உரிமிடுதல் மற்றும் களை கண்டறிதல் ஆகியவற்றிற்கு அவை பயன்படுத்தப்படுகின்றன. பெரிய விவசாயப் பகுதிகள், மலைப்பிரதேசங்கள் அல்லது தொலைதூரப் பகுதிகளில் புகைப்படம் எடுப்பதற்கு ட்ரோன்கள் ஒரு மீப்ராக இருக்கலாம். பயிர் ஆரோக்கியத்தை மதிப்பிடுவதற்கு ட்ரோன் எடுக்கப்பட்ட படங்களிலிருந்து NVDI கணக்கிடப்படுகிறது. இது நீர் மட்டம், அழுத்த நிலை, தாவர ஊட்டச்சத்து மற்றும் பூச்சிக் தாக்குதல் ஆகியவற்றை தீர்மானிக்கிறது. இது முழு பயிர் சாகுபடி செயல்முறையையும் வழிநடத்தும் [51, 52, 53].

5.8 தன்னாட்சி டிராக்டர்

நலீன தொழில்நுட்பங்கள் விவசாயத் துறையை மாற்றி வருகின்றன. பயிர் மேலாண்மை, மன் கணகாணிப்பு, ஸ்மார்ட் நீர்ப்பாசனம் முதல் பூச்சி கட்டுப்பாடு, கால்நடை மேலாண்மை அல்லது வேளாண் சந்தைப்படுத்தல் வரை தொழில்துறை இணையம் (IoT) முன்னேறியுள்ளது. எதிர்காலத்தில் தன்னாட்சி, அறிவார்ந்த மற்றும் ஸ்மார்ட் கருவிகளைப் பயன்படுத்தி விவசாயம் செய்வதை நாம் எதிர்பார்க்கலாம். தன்னாட்சி டிராக்டர் இந்த கருவிகளில் ஒரு முக்கிய பகுதியாகும். இது ஒரு நிரல்படுத்தக்கூடிய சுய-ஐட்டுநெர் வாகனம். இது உழவு மற்றும் உரங்களை தெளிக்க முடியும். அவை ஜிபிஸ், லேசர்கள் மற்றும் கேமராக்களுடன் பொருத்தப்பட்டுள்ளன, மேலும் விவசாயிகள் அவற்றைக் கண்காணிக்க வேண்டிய அவசியமின்றி அவை தானாகவே செயல்பட முடியும். இந்த ஸ்மார்ட் டிராக்டர்களுடன் தன்னாட்சி ட்ரோன்கள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன, மேலும் அவை நிலையான விவசாயத்திற்கான களை கண்டறிதல், பூச்சிக்கொல்லி தெளித்தல், வயல் கணகாணிப்பு மற்றும் கண்காணிப்பில் பயன்படுத்தப்படுகின்றன [54]. பழத்தோட்டங்களில் தெளிப்பதற்கும் வெட்டுவதற்கும் பயன்படுத்தப்படும் தன்னாட்சி டிராக்டர்கள் தடைகளைக் கண்டறியும் புலனுணர்வு அமைப்புகளையும் விவசாயப் பணிகளைச் செய்வதற்கு தொலைதூர உதவி வழிகாட்டியையும் கொண்டுள்ளன. புலனுணர்வு அமைப்பு வடிவியல் அடிப்படையிலான தடை கண்டறிதல் மற்றும் பாதை அடையாளம் காண கேமராக்களைப் பயன்படுத்துகிறது [55, 56].

5.9 நகர்ப்புற விவசாயம்

அதிகரித்த நகரமயமாக்கல் விகிதம் அடர்த்தியான மக்கள் தொகை கொண்ட நகரங்களில் ஒரு ஆபத்தான சூழ்நிலையை ஏற்படுத்துகிறது. அந்தப் பகுதிகளில் நிலையான விவசாய தீர்வை வழங்க விவசாயத்திற்கான ஒரு புதிய அனுகுமுறை உருவாகியுள்ளது. எனவே நகர்ப்புற அல்லது செங்குத்து விவசாயம் நகர்ப்புற மக்களிடையே முக்கியத்துவம் பெற்றுள்ளது. கட்டுப்படுத்தப்பட்ட நீர், ஊட்டச்சத்துக்கள்,



படம் 11: ஸ்மார்ட் கிரீன்ஹவுஸ்.

குறைந்தபட்ச பூச்சிக்கொல்லிகள் மற்றும் செயற்கை ஒளி மூலங்கள். செங்குத்து விவசாய முறையின் நடைமுறை வரம்பு தாவர வளர்ச்சிக்கு செயற்கை ஒளி மூலங்களை உருவாக்குவதும், அதில் உள்ள பெரிய செலவுகளும் ஆகும் [57].

• பெயர் குறிப்பிடுவது போல, வைரட்ரோபோனிக்ஸ் என்பது நீர் சார்ந்த அமைப்பாகும், அங்கு தாவரங்கள் ஊட்டச்சத்து நிறைந்த நீர் கரைசலில் இருந்து அனைத்து ஊட்டச்சத்துக்களையும் பெறுகின்றன [58]. வைரட்ரோபோனிக் அமைப்புகளில், ஊட்டச்சத்து வழங்கல் தொடர்ச்சியாக இருக்க வேண்டும். இந்த அமைப்புகளை மொபைல் பயன்பாடுகள் மூலம் இயக்க முடியும். [59] இல், அத்தகைய மொபைல் பயன்பாடு வைரட்ரோபோனிக் அமைப்பை நிர்வகிக்க தாவரங்களுக்கு நீர்ப்பாசனம் செய்வதற்கான ஒரு Arduinio கட்டுப்புத்திடைக் கட்டுப்புத்துகிறது.

• ஏரோபோனிக்ஸ் என்பது இதே போன்ற ஒரு அமைப்பாகும், ஆனால் வேர்களை தண்ணீரில் மூழ்கடிப்பதற்கு பதிலாக, வேர்கள் மூடுபளியால் மூடப்பட்டுள்ளன. ஏரோபோனிக்ஸ் தாவரங்கள் வைரட்ரோபோனிக்ஸ் தாவரங்களை விட அதிக ஊட்டச்சத்துக்களைக் கொண்டுள்ளன என்பதை ஆராய்ச்சி காட்டுகிறது [60]. சர்வதேச வின்செனி நிலையத்தில், இந்த தொழில்நுட்பம் தாவரங்களை வளர்ப்பதற்குப்

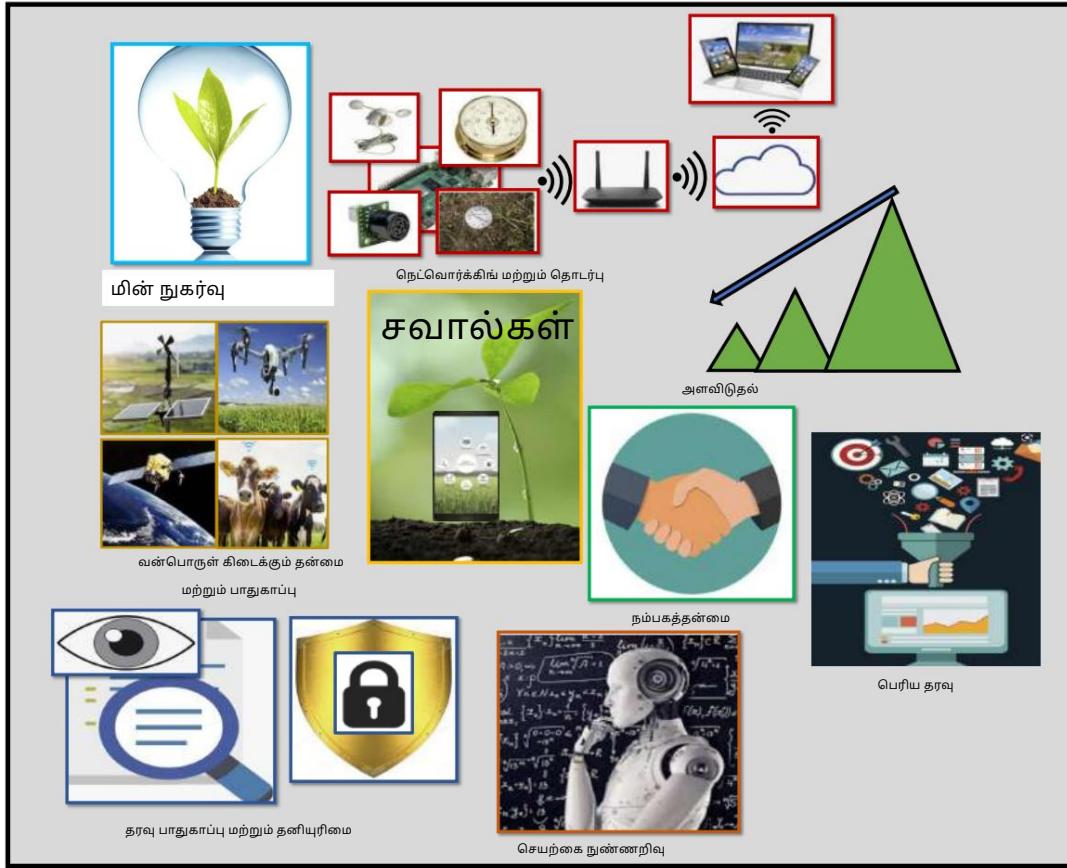
பயன்படுத்தப்படுகிறது. • மற்றொரு சமீபத்திய விவசாய முறையானது அக்வாபோனிக்ஸ் ஆகும், இது அடிப்படையில் ஒரு வைரட்ரோபோனிக் அமைப்பாகும், ஆனால் ஊட்டச்சத்துக்கள் (பால்பரஸ், நைட்ரஜன்) வெளியில் இருந்து கலக்கப்படுவதில்லை. ஓரே தொட்டியில் உள்ள மீன்கள் அந்த ஊட்டச்சத்துக்களை உருவாக்குகின்றன.

5.10 வேளாண் சந்தைப்படுத்தல்

இரு சமூகத்தின் பொருளாதார வளர்ச்சியில் விளைபொருட்களை முறையாக சந்தைப்படுத்துவது ஒரு முக்கிய அம்சமாகும். இடைத்தாக்கர்கள் இருப்பது பணவீக்கக்கை ஏற்படுத்துகிறது. மேலும் நூக்கரவோர் மற்றும் விவசாயிகள் இருவரும் இழக்கின்றனர். ஸ்மார்ட் விவசாயம் இந்த சூழ்நிலையை மாற்றுகிறது. விவசாயிகள் பல்வேறு வேளாண் சந்தைப்படுத்தல் பயன்படுத்தி நூக்கரவோருக்கு நேரடியாக உற்பத்தியை விற்கலாம். விவசாயிகளுக்கும் இடையிலான வர்த்தக பேச்சுவார்த்தைகளுக்கான தளமாக Ethereum அடிப்படையிலான blockchain பயன்படுத்தப்படுகிறது [61]. உற்பத்தி கட்டத்தில் விநியோகிக்கப்பட்ட வெட்ஜரைப் புதுப்பிப்பதில் இருந்து இருந்து விநியோகக் கட்டம் வரை blockchain [62] உதவியுடன் உணவு விநியோகச் சங்கிலி செயல்படுத்தப்பட்டுள்ளது.

6 புத்திசாலித்தனமான விவசாயம்: சவால்கள்

பாரம்பரிய விவசாயம், ஸ்மார்ட் வேளாண்மை செயல்முறைகளால் நவீனமயமாக்கப்பட்டு எளிதாக்கப்பட்டுள்ளது. ஆனால் தொழில்நுட்பங்களை அளவிடுவதற்கு இன்னும் பல சவால்களை எதிர்கொள்ள வேண்டியுள்ளது. இந்த சிக்கல்கள் தற்போதைய பிரிவில் விவாதிக்கப்படும் பல்வேறு அம்சங்களுடன் தொடர்புடையவை. படம் 12, ஸ்மார்ட் வேளாண்மையின் சில முக்கிய சவால்களைக் காட்டுகிறது.



படம் 12: ஸ்மார்ட் விவசாயத்தில் முக்கிய சவால்கள்.

6.1 மின் சிக்கல்கள்

பெரும்பாலான ஸ்மார்ட் விவசாய நடவடிக்கைகள் பெரிய இயந்திர ஆட்டோமேஷனைப் பயன்படுத்துகின்றன, இதற்கு அதிக அளவு மின்சாரம் தேவைப்படுகிறது. பண்ணைகள் பொதுவாக பரப்பளவில் பரந்து விரிந்திருப்பதாலும், பல மின்னணு கூறுகள் தேவைப்படுவதாலும், மிக அதிக மின் தேவைகள் இருப்பது அசாதாரணமானது அல்ல. பெரிய பண்ணைகளில் இத்தகைய ஆட்டோமேஷன் செயல்முறைகளை பரவலாக ஏற்றுக்கொள்வதற்கு இது ஒரு தடையாக உள்ளது. சில தீவிரவுள் குரிய சக்தி, காற்று மற்றும் நீர் போன்ற புதுப்பிக்கத்தக்க மூலங்களிலிருந்து குத்தமான ஆற்றலைப் பயன்படுத்துவதையும், இயந்திரங்களுக்கு தொடர்ச்சியான தடையற்ற மின்சாரத்தை வழங்குவதையும் முன்மொழிகின்றன [63]. இது பல ஆராய்ச்சியாளர்களுக்கு ஆர்வமுள்ள ஒரு பகுதியாக இருந்து வருகிறது, மேலும் ஸ்மார்ட் விவசாயத்திற்காக இத்தகைய புதுப்பிக்கத்தக்க ஏரிசக்தி ஆதாரங்களை செயல்படுத்தவும் மேம்படுத்தவும் ஆராய்ச்சி நடந்து வருகிறது [64, 65]. இந்த மாற்று மின் விருப்பங்களில் உள்ள சில சிக்கல்கள் மின்சார சேமிப்பு மற்றும் பரிமாற்றம், பண்ணையின் வெவ்வேறு இடங்களில் சீர்றற ஏரிசக்தி தேவைகள். இதுபோன்ற சிக்கல்களைச் சமாளிக்க ஒரு திறமையான மைக்ரோகிரிட் கட்டமைப்பு தேவைப்படுகிறது மற்றும் புதுப்பிக்கத்தக்க மின் மூலங்களுடன் இணைந்து செயல்படும் திறமையான ஸ்மார்ட் மைக்ரோகிரிட்டை முன்மொழிய இந்த பகுதியில் ஆராய்ச்சி செய்யப்பட்டுள்ளது [66, 67].

6.2 மின் நுகர்வு

மாற்று மின்சக்தி மூலங்களால் இயக்கப்பட வேண்டிய IoT சாதனங்கள் தேவைப்படுவதால், ஸ்மார்ட் விவசாயப் பண்ணையின் தடையற்ற, நம்பகமான மற்றும் நிலையான செயல்பாட்டிற்கு, பயன்படுத்தப்பட்ட மாதிரிகள் குறைந்த மின்சக்தி பசியுடன் இருக்க வேண்டும். அவை குறைந்த வள அமைப்பில் வேலை செய்யும் திறன் கொண்டதாக இருக்க வேண்டும்.

6.3 வண்பொருள் கிடைக்கும் தன்மை

ஸ்மார்ட் வேலாண்மைக்கு வெவ்வேறு சுற்றுச்சூழல் மற்றும் அமைப்பு அளவுருக்களை உணர வெவ்வேறு சென்சார்கள் மற்றும் சாதனங்கள் தேவை. தரவைப் பெற்ற பிறகு, சாதனங்கள் அந்த சமிக்கஞ்களின் அடிப்படையில் செயல்பட்டு சிறந்த கணிக்கக்கூடிய மக்குலை அளிக்கின்றன. இந்த சூழ்நிலையில் குறிப்பிட்ட வண்பொருள் கிடைப்பது ஒரு தடையாகும்.

6.4 வண்பொருள் பாதுகாப்பு

2020 ஆம் ஆண்டளவில், IoT இணைக்கப்பட்ட சாதனங்களின் எண்ணிக்கை 50 பில்லியனாக இருக்கும் என்று நம்பப்படுகிறது [68]. பல்வேறு தாக்குதல்களுக்கு எதிராக வலுவானதாகவும், மீன்தன்மை கொண்டாகவும் இருக்க இந்த IoT சாதனங்கள் தேவை. ஆனால் குறைந்த விலையில் எனிய வண்பொருளின் தேவை வண்பொருள் பாதுகாப்பை சமரசம் செய்கிறது. வண்பொருள் ட்ரோஜன் மற்றும் பக்க சேனல் தாக்குதல்கள் IoT சாதனங்களுக்கான மிகவும் பொதுவான வண்பொருள் பாதுகாப்பு அச்சுறுதல்களாகும். இதன் விளைவாக முக்கியமான பயன்பாடுகளில் IoT நெட்வொர்க்கை பரவலாக ஏற்றுக்கொள்வதை கட்டுப்படுத்தவும் தாக்குதல்களைச் செய்யவும் ஒரு பின்கதவாகப் பயன்படுத்தப்படுவதை இவற்றைக் கண்டிரிவது மிகவும் கடினம். மேலும் சில முறைகளில் டி-மெட்டலேஸ் செய்யப்பட்ட சில்லுக்களில் மின்னணு நூண்ணோக்கி ஸ்கேனிங் செய்தல் [69] மற்றும் சுற்றுக்குள் உள்ள சக்தி மற்றும் தாமதங்களைப் படிப்பது மற்றும் இந்த மின்னணு சாதனங்களின் கையொப்பமாகச் செயல்படும் PUF ஜை ஆய்வு செய்தல் [70] ஆகியவை அடங்கும். பக்க சேனல் தாக்குதல்கள் என்பது மற்றொரு பொதுவான வண்பொருள் பாதுகாப்பு அச்சுறுதல்களாகும். அவை கிரிப்டோகிராஃபி விலைகள் போன்ற ரகசிய தகவல்களை மீட்டடெடுக்க பக்க சேனல் சிக்கால்களைப் பயன்படுத்துகின்றன. இந்த பக்க சேனல் சிக்கால்களில் சில மின்காந்த வெளிப்பாடு, சக்தி விவரக்குறிப்பு மற்றும் நேர பகுப்பாய்வு [71] ஆகியவை அடங்கும். IoT நெட்வொர்க்குள் இந்த சிக்கல்களுக்கு அதிக வாய்ப்புள்ளதால், [72, 73, 74] இல் பல தீர்வுகள் முன்மொழியப்படுகின்றன.

6.5 நெட்வொர்க்கிங் மற்றும் தொடர்பு

இயந்திரத்திலிருந்து இயந்திரத்திற்கு (M2M) தொடர்பு என்பது ஸ்மார்ட் விவசாயத்தில் மிகவும் பொதுவான அம்சங்களில் ஒன்றாகும். இது தரவைப் பக்கிறந்து கொள்ளவும், ஒரு பொதுவான பணியை நோக்கி ஒத்துழைப்புடன் செயல்படுவும் வெவ்வேறு நெட்வொர்க் மற்றும் தகவல் தொடர்பு நெறிமுறைகளைப் பயன்படுத்துகிறது. பெரும்பாலான பயன்பாடுகள் ZigBee, Wi-Fi, LoRA, SigFox மற்றும் GPRS போன்ற பல்வேறு தகவல் தொடர்பு நெட்வொர்க்குள்களைப் பயன்படுத்துகின்றன. பெரிய, திறந்தவெளி பண்ணைகளில், உடல் ரீதியான சேதங்கள் மற்றும் அச்சுறுதல்கள் காரணமாக, இத்தகைய பெரிய நெட்வொர்க்குள்களை நிறுவுவதும் பராமரிப்பதும் விலை உயர்ந்து மற்றும் சாத்தியமான விருப்பமல்ல. ஆராய்ச்சி திசைகள் ஆராய்ப்படுள்ளன, மேலும் திறமையான தகவல் தொடர்பு நெட்வொர்க்குள்கள் மூன்மொழியப்பட்டுள்ளன [75, 76, 77]. கூடுதலாக, சில ஆராய்ச்சிகள், SIL-IoT [78] என்ற புதுமையான விவசாய விஷயத்தை உருவாக்க, குரிய பூச்சிக்கொல்லி விளக்குகள் (SIL) மற்றும் WSN போன்ற தடையற்ற தகவல்தொடர்புக்கு சாத்தியமானதாக மாற்றும் வகையில், பிற ஸ்மார்ட் சாதனங்களுடன் தொடர்பு சாதனங்களை ஒருங்கிணைத்துள்ளன. ஸ்மார்ட் விவசாய பயன்பாடுகளில் மிகவும் பாதுகாப்பான மற்றும் வலுவான தகவல்தொடர்புக்கான தேவை மிக அதிகமாக உள்ளது, மேலும் மேலும் ஆராய்ச்சி மற்றும் புதிய மிகவும் விலை தொழில்நுட்பங்கள் தேவைப்படுகின்றன.

6.6 இணைப்பு சிக்கல்கள்

உலகெங்கிலும் உள்ள பல கிராமப்புறங்களில் நம்பகமான உயர் அலைவரிசை இணைப்பு கிடைக்கவில்லை, இது தற்போதுள்ள கிளவுட் அடிப்படையிலான கணினியமாக்கலைத் தடுத்து, ஸ்மார்ட் விவசாயத்தின் முன்னேற்றத்தைத் தடுக்கிறது. உயரமான மரங்கள் அல்லது மலைகள் பார்வைக் கோட்டு GPS தொடர்பையும் நிறுத்தக்கூடும் [79].

6.7 தரவு பாதுகாப்பு மற்றும் தனியுரிமை

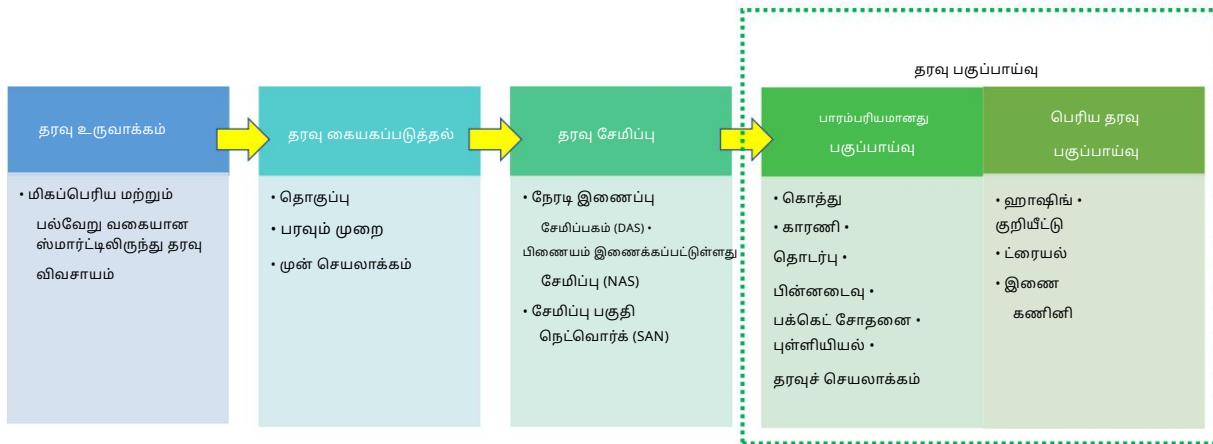
தரவு பரிமாற்றத்தின் போது தரவு தனியுரிமை மற்றும் பாதுகாப்பைப் பராமரிக்க, வலுவான குறியாக்கவியல் நுட்பங்கள் மற்றும் பாதுகாப்பு நடவடிக்கைகள் தேவை. இருப்பினும், IoT சென்சார் முனைகளின் குறைந்தபட்ச வடிவமைப்பு மற்றும் அடிப்படை நெறிமுறைகள் காரணமாக அவை வளர்களை அதிகம் பயன்படுத்துவதைல்லை. இன்றைய தொழில்நுட்பங்களில் வா வரம்புக்குப்பட்ட சாதனத்தில் பாதுகாப்பு நடவடிக்கைகளைப் பயிற்சி செய்வது கடினம். இதனால் ஸ்மார்ட் விவசாயத்தில் தரவு தனியுரிமை மற்றும் பாதுகாப்பு ஒரு கடுமையான சவாலாக மாறியுள்ளது. ஸ்மார்ட் விவசாயத்தில் பெரும்பாலான செயல்முறைகள் தானியங்கி முறையில் இயங்குவதால், ஒரு எதிரி இந்த செயல்முறைகளை கையாள்வதன் மூலம் நெட்வொர்க்கில் குழப்பத்தை ஏற்படுத்த முடியும். இது மக்குல் மற்றும் பண்ணை உற்பத்தியின் ஓட்டுமொத்த தரத்திற்கு மிகவும் கடுமையான விளைவுகளுக்கு வழிவகுக்கும்.

6.8 அளவிடுதல் மற்றும் நம்பகத்தன்மை

விவசாய பண்ணைகள் சிறிய தனிப்பட்ட பண்ணைகள் முதல் பெரிய வணிக பண்ணைகள் வரை அவற்றின் அளவில் வேறுபடுகின்றன. அவற்றுக்கு வெவ்வேறு அளவு கள் உணரிகள் தேவை இந்த உணரிகள் மாறுபட்ட அளவிலான தரவை உருவாக்குகின்றன. எனவே, எந்தவொரு விவசாய தொழில்நுட்பமும் அளவிடக்கூடியதாக இருக்க வேண்டும். சாதனங்கள் நம்பகமானதாக இருக்க வேண்டும், இதனால் தவறு சுக்கிப்பத்தன்மையை சரிசெய்ய தேவையற்ற சாதனங்களின் எண்ணிக்கை குறைவாக இருக்கும். இது செலவை கணிசமாகக் குறைக்கும்.

6.9 பெரிய தரவு சவால்

ஸ்மார்ட் விவசாயத்தில் சென்சார் முனைகள் அல்லது கேமராக்கள் மூலம் பெருமாளவிலான பன்முகத்தன்மை கொண்ட தரவுகள் சேகரிக்கப்படுகின்றன. இந்த மிகப்பெரிய அளவிலான தரவை செயலாக்குவதற்கான பாரம்பரிய வழிகள் போதுமானதாக இல்லை மற்றும் BD பகுப்பாய்வு செயல்பாட்டுக்கு வருகிறது. பெரிய தரவு பாரிய தரவுத்தொகுப்புகளை ஆராய்ம் திறநைகள் கொண்டுள்ளது. இது ஸ்மார்ட் விவசாய அமைப்புகளில் இருதி முதல் இருதி வரையிலான விநியோகக் சங்கிலியின் செயல்திறனை மேம்படுத்துகிறது. உணவுப் பாதுகாப்பு சிக்கல்களைத் தனிக்கிறது [80], முன்கணிப்பு பகுப்பாய்வு, நிகழ்நேர முடிவை வழங்குகிறது மற்றும் புதிய வணிக மாதிரிகளை அறிமுகப்படுத்துகிறது [81, 82]. பால் உற்பத்தி சங்கிலி பாதுகாப்பிற்கான பெரிய தரவு தளங்களை ஒருங்கிணைக்க ஆதரவு வெக்டர் இயந்திரங்கள் (SVM) மற்றும் ANN பயன்படுத்தப்படுகின்றன [83]. [80, 82] ஜை அடிப்படையாகக் கொண்ட ஸ்மார்ட் விவசாய அமைப்புகளில் பெரிய தரவு பணிப்பாய்வை படம் 13 காட்டுகிறது. இது பல்வேறு சென்சார் முனைகளில் தரவு சேகரிப்புடன் தொடங்கி பாரம்பரிய மற்றும் பெரிய தரவு பகுப்பாய்வு உட்பட பல்வேறு தரவு பகுப்பாய்வு முறைகளுடன் முடிகிறது.



படம் 13: ஸ்மார்ட் விவசாயத்தின் குழுவில் பெரிய தரவு பணி ஒட்டம்.

6.10 AI இன் சவால்கள்

நிலையான, திறமையான மற்றும் செலவு குறைந்த விவசாயத்திற்கான ஸ்மார்ட் விவசாயத்தை நோக்கிய ஒரு தர்க்கர்த்தியான படியாக AI இருந்தாலும், விவசாயத் துறையில் AI ஜப் பயன்படுத்துவதில் பெரிய சவால்களை ஏற்படுத்தும் சில கட்டுப்பாடு காரணிகள் உள்ளன :

- விவசாயத் துறைக்கும் AI ஆராய்ச்சித் துறைக்கும் இடையே தொடர்பு இல்லை. எனவே, விவசாயிகள் எதிர்கொள்ளும் பிரச்சினைகள் AI ஆராய்ச்சியார்களுக்கு நன்கு தெரியாது, அதேபோல் விவசாயிகளும் தற்போதுள்ள AI தொழில்நுட்பங்களைப் பற்றி நன்கு அறிந்திருக்க மாட்டார்கள். இந்த இரு மடங்கு சிக்கலைத் தீர்க்க கூடுதல் துறைகளுக்கு இடையோனான் ஒத்துழைப்பு தேவை.
- விவசாயத்தில் AI பயன்பாடுகள் உருவாகி வருவதால், நன்கு நிறுவப்பட்ட கொள்கைகள் மற்றும் விதிமுறைகள் எதுவும் இல்லை. இதனால், ஸ்மார்ட் விவசாயத்தின் பல சட்ட அம்சங்களுக்கு பதிலளிக்கப்படவில்லை. சமீப காலம் வரை, தற்போதுள்ள பெரும்பாலான AI-IoT தீர்வுகள் கிளவுட் அடிப்படையிலானவை, எனவே சௌபர் தாக்குதல்கள், தரவு பாதுகாப்பு மற்றும் தனிப்புரிமை கவலைகள் விவசாயிகள் AI நுட்பங்களை ஏற்றுக்கொள்வதிலிருந்து விலகி வைத்திருந்தன. இந்த சிக்கலைத் தணிக்க, ஒரு புதிய IoT அமைப்பு "Edge AI" உருவாவிடுவது. Edge AI உள்ளூர் மட்டத்தில் சென்சார் தரவை செயலாக்குகிறது, மேலும் இது குறைந்த தாமதம் மற்றும் செலவுடன் தரவில் அதிக பாதுகாப்பு மற்றும் தனிப்புரிமையை வழங்குகிறது.
- விவசாயத்தில் AI எதிர்கொள்ளும் மற்றெராகு சவால் தரவு பற்றாக்குறை. AI என்பது தரவு சார்ந்த தொழில்நுட்பமாகும். கிடைக்காதது பல்வேறு AI நுட்பங்களைப் பயன்படுத்துவதற்கு சரியான தரவு ஒரு நடையாக உள்ளது.
- அதிக அலைவரிசை மொபைல் நெட்வோர்க்குகள் கிடைக்காத ஆணால் விவசாயம் முக்கிய தொழிலாக இருக்கும் தொலைதூர கிராமப்புறங்களில், எட்டு ஐ ஒரு கேம் சேஞ்சராக இருக்க முடியும். இது ஸ்மார்ட் விவசாயத்தின் சாத்தியக்கூறுகளை விரிவுபடுத்துகிறது. சென்சார் படத் தரவை சுருக்க விளிம்பு அடுக்கில் [84] இல் கணவல்யூஷன்ஸ் நியூரல் நெட்வோர்க்குகள் (CNN) பயன்படுத்தப்பட்டுள்ளன, பின்னர் சுருக்கப்பட்ட தரவு குறைந்த-சக்தி பரந்த பகுதி நெட்வோர்க் (LPWAN) தொழில்நுட்பத்தைப் பயன்படுத்தி மூடுப்பனி அடுக்குக்கு அனுப்பப்பட்டுள்ளது .

6.11 தொழில்நுட்பக் கோளாறு

தொழில்நுட்ப கோளாறு, எடுத்துக்காட்டாக, சென்சார் சேதம் தொழில்நுட்பத்தை சீர்க்குலைக்கலாம். சாதனங்களின் தவறான முடிவெடுப்பதால் ஏற்படும் பெரிய அளவிலான இழப்பு பல கள சேதங்களை ஏற்படுத்தும். ஒரு நெல் வயலுக்கு, சென்சார்கள் ஆலங்கட்டி மழையால் சேதமடைந்தால், அவை மண்ணின் நீர் உள்ளடக்கத்தை சரியாக கணிக்காது, இது பயிர்களை சேதப்படுத்தும், உணவு விநியோகச் சங்கிலியைப் பாதிக்கும் மற்றும் அரிசி விலை ஏற்றத்தாழ்வை ஏற்படுத்தும்.

6.12 ஆரம்ப மூலதன முதலீட்டின் பற்றாக்குறை

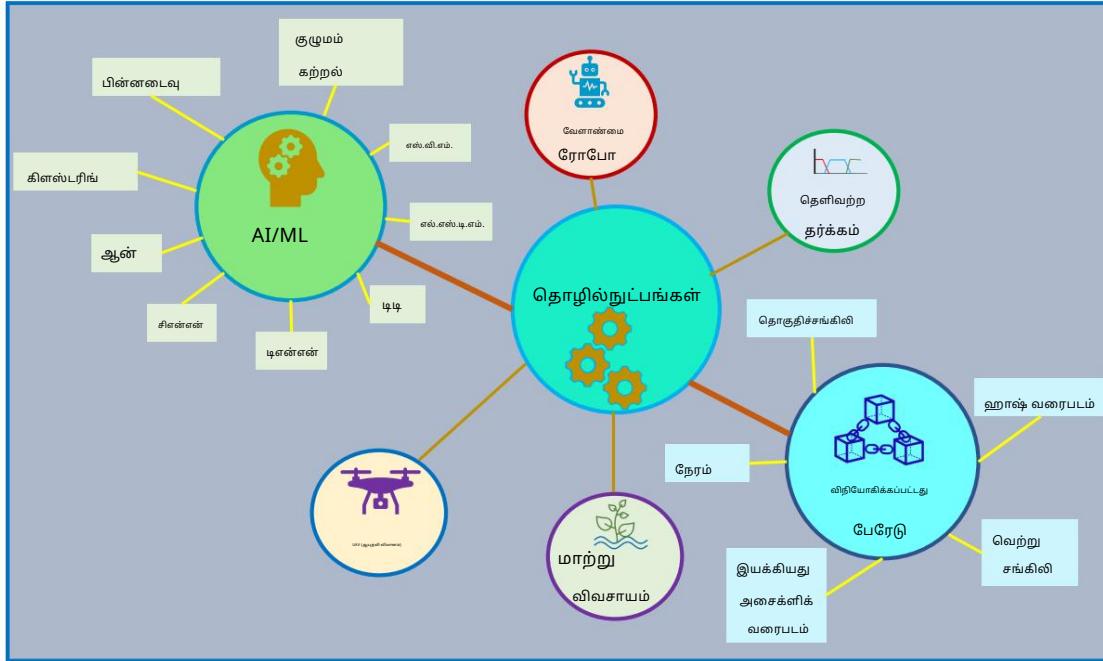
வளரும் நாடுகளின் கிராமப்புறங்களில் விவசாயிகள் மிகக் குறைந்த ஸாப் வரம்புடன் வேலை செய்கிறார்கள், அங்கு மேம்பட்ட தொழில்நுட்பங்களுக்கான ஆரம்ப மதலீடு எப்போதும் கிடைக்காது. இது ஸ்மார்ட் தொழில்நுட்பங்களின் பெருமளவிலான பயன்பாட்டைக் குறைக்கும்.

6.13 சீரான தரநிலைகள் கிடைக்காதது

வெவ்வேறு நாடுகள் வெவ்வேறு தரநிலை அலகுகள் மற்றும் தொழில்நுட்பங்களைப் பயன்படுத்துகின்றன, அவை தனிப்பயனாகப்பட்ட தீர்வைக் கோருகின்றன. இது விலையை அதிகரிக்கிறது. உலகம் முழுவதும் ஒரு சீரான தரநிலை சிக்கலைத் தீர்க்கும் [79].

ஸ்மார்ட் விவசாயத்திற்கான 7 தொழில்நுட்பங்கள்

2021 ஆம் ஆண்டு தொழில் 5.0 சகாப்தத்தின் தொடக்கமாகக் குறிக்கப்பட்டுள்ளது. பல்வேறு தொழில் துறைகள் COVID-19 சவால்களைச் சமாளிக்க டிஜிட்டல், ஸ்மார்ட், பசுமை மற்றும் நிலையான சுற்றுச்சூழல் அமைப்புகளை வரவேற்கும் சரியான நேரத்தில் இது வந்துள்ளது. இது "மனிதன்" மற்றும் "இயந்திரம்" [85] இடையேயான உறவை மறுவரையறை செய்கிறது. விவசாயத்தில், தொழில் 5.0 சகாப்தம் விவசாயம் 5.0 இன் வருகையை துரிதப்படுத்தும். முக்கியமாக AI/ML மற்றும் DLT ஆகியவை படம் 14 இன் காட்டப்பட்டுள்ளது FL, UAV, விவசாய ரோபாடிகள் மற்றும் மாற்று விவசாயத்துடன் முன்னேற்றத்தை ஒழுங்கமைக்கும். இந்தப் பிரிவில் இரண்டு முக்கிய தொழில்நுட்பங்கள் விவாதிக்கப்படுகின்றன.



படம் 14: ஸ்மார்ட் விவசாயத்தில் தொழில்நுட்பங்கள்.

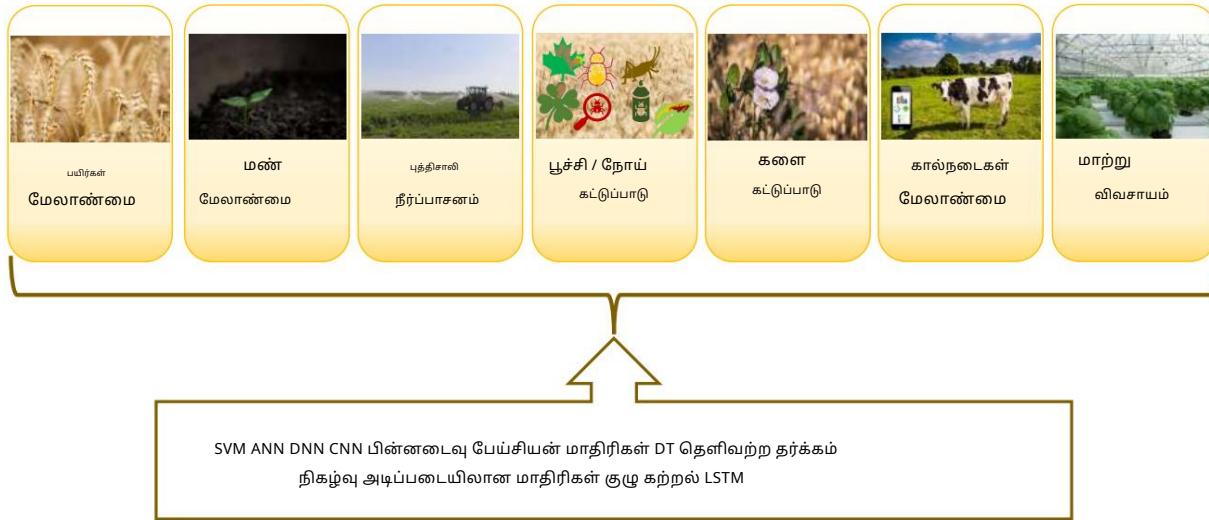
7.1 செயற்கை நுண்ணறிவு மற்றும் இயந்திர கற்றல்

செயற்கை நுண்ணறிவு என்பது மனித நுண்ணறிவை ஒத்த இயந்திரங்களால் காட்டப்படும் நுண்ணறிவு. AI மற்றும் ML இல் ஏற்பட்ட முன்னேற்றங்கள் மின் வணிகம் மற்றும் சந்தெப்படுத்தல் [86], மனித வளங்கள் [87], கணினி பார்வை [88], மல்டிமீடியா தடயவியல் [89, 90], சகாதாரம் [91], சமூக ஊடகங்கள் [92, 93], கேமிங் [94, 95], ஆட்டோமொபைல்கள் மற்றும் விவசாயம் போன்ற பல்வேறு களங்களில் நிறைய நம்பிக்கைக்குரியதாக உள்ளன. விவசாயத்தில், செயல்திறன், பயிர் மக்குல் மற்றும் லாபத்தை அதிகரிப்பது, பயிர் ஆரோக்கியத்தை கண்காணித்தல், காலநிலையை கண்காணித்தல் மற்றும் முன்னறிவித்தல், விநியோகச் சங்கிலியை மேம்படுத்துதல், நீர்ப்பாசன அமைப்புகளை நிர்வகித்தல், பூச்சிக்கொல்லி மற்றும் உர் மேலாண்மை, களை கட்டுப்பாடு, ஸ்மார்ட் சென்சர் மற்றும் மேப்பிங், கால்நடை கண்காணிப்பு மற்றும் புலி வேலி அமைத்தல் ஆகியவற்றில் AI பயன்படுத்தப்படுகிறது. ஆராய்ச்சியாளர்கள் ஃபளி லாஜிக், வகைப்பாடு மற்றும் லாஜில்டிக் ரிக்ரஷன் உள்ளிட்ட பல்வேறு AI/ML நுட்பங்களையும், நியோகிப்பெலி லாஜிக்கையும் விவசாய முன்கணிப்பு பகுப்பாய்வு, முடிவெடுக்கும் அமைப்புகள், விவசாய ரோபாடிகள் மற்றும் மொபைல் நிபுணர் அமைப்புகள் [96] ஆகியவற்றில் பயன்படுத்துகின்றனர்.

படம் 15, ஸ்மார்ட் விவசாயம் குறித்த பல்வேறு இலக்கியப் படைப்புகளில் வழங்கப்பட்ட AI கருவிகளைக் காட்டுகிறது.

7.1.1 பயிர் மேலாண்மை

பயிர் மேலாண்மை என்பது பயிர் உற்பத்தி அல்லது மக்குல் கணிப்பு, மதிப்பீடு, மதிப்பீடு மற்றும் பயிர் விநியோகச் சங்கிலி மேலாண்மை ஆகியவற்றைக் கொண்டுள்ளது. பயிர் மேலாண்மையின் பல்வேறு துறைகளில் பல்வேறு ML கருவிகள் பயன்படுத்தப்பட்டுள்ளன. ஒரு காபி செடியின் கிளையில் உள்ள காபி பழங்களின் எண்ணிக்கையை கணக்கிடவும் [98] பச்சையாக முதிர்ச்சியடையாத சீட்ரஸ் பழங்களை அடையாம் காணவும் [99], SVM பயன்படுத்தப்பட்டுள்ளது. நெல் பயிர் மக்குல் கணிப்புக்கும் SVM பயன்படுத்தப்பட்டுள்ளது [100]. செர்விகள் நிறைந்த கிளைகள் காசியன் நேவ் பேயல் [101] உடன் மதிப்பிடப்பட்டுள்ளன. புல்வெளி உயிரி [102] மற்றும் கோதுமை மக்குல் கணிப்பு [103] ஆகியவற்றை மதிப்பிட ஐஎன் ஐஎன் பயன்படுத்தப்பட்டுள்ளது. சோளம் மற்றும் சோயாபீன் மக்குல் கணிப்பு [104] இல் பின்னடைவு மாதிரிகளை விட சிறந்த துல்லியத்துடன் ANN ஜீப் பயன்படுத்தி செய்யப்பட்டுள்ளது. மன் அளவுக்களிலிருந்து விளைச்சலைக் கணிக்க பின் பரவுபூன் கூடிய ANN பயன்படுத்தப்பட்டுள்ளது [105]. சோள மக்குல் [106], மலைப்பகுதியில் அரிசி மக்குல் [107], பருத்தி மக்குல் [108], கோதுமை மக்குல் [109], மக்காச்சோள பயிர் மக்குல் [110], தேயிலை மக்குல் [111] மற்றும் பொது பயிர் மக்குல் [112] ஆகியவற்றைக் கணிக்க ANN பயன்படுத்தப்பட்டுள்ளது. பயிர்களின் எதிர்விளையைக் கணிப்பிடவும் ANN பயன்படுத்தப்பட்டுள்ளது. UAV படங்களிலிருந்து, தக்காளிகள் கொத்து [115] ஜீப் பயன்படுத்தி கண்டறியப்பட்டுள்ளன. [116] இல் பயிர் வளரச்சி கண்காணிக்கப்பட்டுள்ளது.



படம் 15: ஸ்மார்ட் விவசாயத்திற்கான AI கருவிகள் [97].

7.1.2 மண் மேலாண்மை

மண்ணின் ஈர்ப்பதம், வெப்பநிலை மற்றும் ஊட்டச்சத்து உள்ளடக்கம் போன்ற மன் சொத்து மேலாண்மை ஸ்மார்ட் விவசாய அமைப்புகளின் ஒரு முக்கிய பகுதியாகும். அதன் நன்மைகள் இரண்டு மட்டங்கு - பயிர் விளைச்சலை அதிகரித்தல் மற்றும் மண்வளன்களைப் பாதுகாத்தல் [117]. ஆனால் இந்த செயல்முறை நேரத்தை எடுத்துக்கொள்ளும் மற்றும் விலை உயர்ந்தது. எனவே, நம்பகமான மண் மேலாண்மை அமைப்பைக் கொண்டிருக்க பல்வேறு மலிவான மற்றும் தன்னாட்சி ML நுட்பங்கள் முன்மொழியப்படுகின்றன [97]. பெரும்பாலும், சென்சார்கள், செயற்கைக்கோள் படங்கள் அல்லது UAV ஆல் எடுக்கப்பட்ட படங்களிலிருந்து தரவு ML மாதிரிகளின் உள்ளடக்கம் பயன்படுத்தப்பட்டுள்ளன. மண் மதிப்பீடிடின் பொருத்தத்திற்கா ஐ ANN மற்றும் பல அடுக்கு பெரிசெப்ட்ரான்கள் (MLP) பயன்படுத்தப்பட்டுள்ளன [118]. பல்வேறு ML மாதிரிகளைப் பயன்படுத்தி மண்ணில் பாஸ்பரஸ் கணிக்கப்பட்டுள்ளது [119]. உயர் தெளிவுத்திறன் படங்களிலிருந்து புவிபார்சல்களைப் பிரித்தெடுக்க ஆழமான நரம்பியல் நெட்வோர்க்குகள் (DNN) பயன்படுத்தப்பட்டுள்ளன, மேலும் பாஸ்பரஸ் உள்ளடக்கத்தை கணிக்க MLP பயன்படுத்தப்பட்டுள்ளது. பிரேசிலிய கடலோரப் பகுதிகளில் மண்ணின் நீர் தக்கவைப்புத் திறனைக் கணிக்க ரேடியல் அடிப்படை செயல்பாட்டு நரம்பியல் நெட்வோர்க் பயன்படுத்தப்பட்டுள்ளது [120]. UAV- எடுக்கப்பட்ட படங்களிலிருந்து [121] பூஸ்ட் ரிகரஷன் ட்ரீஸ் (BRT) மூலமும் [122] இல் ANN மூலமும் மண்ணின் ஈர்ப்பதம் கணிக்கப்படுகிறது. Naive Bayes வகைப்பாட்டைப் [123] பயன்படுத்தி மண்ணின் ஈர்ப்பத உணர்களின் ஆரோக்கியம் மற்றும் நிலை சீர்ப்பிலின் கட்டத்துடன் SVM ஐப் பயன்படுத்தி கணிக்கப்பட்டுள்ளது. செயற்கைக்கோள் படங்களிலிருந்து [124] மண்ணின் உப்புத்தன்மையைக் கணிக்க ஆட்டோன்கோடர் மற்றும் SVM பயன்படுத்தப்பட்டுள்ளன.

7.1.3 ஸ்மார்ட் பாசனம்

நீர் மேலாண்மை என்பது ஸ்மார்ட் விவசாய முறைகளின் ஒருங்கிணைந்த பகுதியாகும். காலநிலை மாற்றத்தால் உலகளவில் மழைப்பொழிவு முறைகள் மாறி வருகின்றன. நீர் வளங்களை மதிப்பிடுவதில் ஆவியாதல் தூண்டுதல் முக்கிய பங்கு வகிக்கிறது. ஸ்மார்ட் நீர் மேலாண்மையில் பல்வேறு AI முறைகள் பயன்படுத்தப்பட்டுள்ளன. பயிர் வயலில் ஸ்மார்ட் நீர் மேலாண்மைக்கு ஆழமான வலுவுட்டல் கற்றல் பயன்படுத்தப்பட்டுள்ளது [125]. கிரீன்ஹாவுஸ் கரிம பயிர்களுக்குத் தேவையான நீரைக் கணக்கிட பல நேரியல் பின்னண்டைவு வழிமுறை பயன்படுத்தப்பட்டுள்ளது, பின்னர் நீர் வால்வுகள் லோரா பாயின்ட்-டிபாயின்ட் (P2P) நெட்வோர்க் [126] மூலம் தானாகவே இயக்கப்படுகின்றன . இந்தியாவின் டேராஸினில் ஒரு ஆய்வை மேற்கொள்வதன் மூலம் ஆவியாதல் தூண்டுதலைக் கணிக்க [127] இல் ஒரு ANN அமைப்பு முன்மொழியப்பட்டுள்ளது. தீனசரி ஆவியாதல் தூண்டுதலைக் கணிக்க ANN மற்றும் பென்மேன்-மான்டெ சமன்பாடு பயன்படுத்தப்பட்டுள்ளன [128]. எட்ஜ்-ஃபாக்-கிளவுட் அமைப்பில் [129] நீண்ட கறுகிய கால நினைவுகம் (LSTM) மற்றும் கேட்டட் ரிகரண்ட் யூனிட் (GRU) அடிப்படையிலான மாதிரிகளைப் பயன்படுத்தி ஒரு ஸ்மார்ட் பாசன அமைப்பு முன்மொழியப்பட்டுள்ளது. ஒரு நரம்பு-சொட்டுநீர் பாசன முறைக்கு [130] இல் ANN உடன் இடஞ்சார்ந்த நீர் விநியோகம் கணிக்கப்பட்டுள்ளது .

7.1.4 பூச்சி/நோய் கட்டுப்பாடு

பயிர் வயலில் இருந்து உகந்த மக்குலைப் பெற, நோய், பூச்சி மற்றும் களை கட்டுப்பாடு அவசியம். ஒரு தானியங்கி திறமையான அமைப்பு நேரத்தையும் செலவையும் மிச்சப்படுத்தும். அந்தக் கண்ணோட்டத்தில், பல்வேறு வெஸிபீடுகளில் AI நுட்பங்கள் முன்மொழியப்படுகின்றன. இந்த முன்னேற்றம் கடந்த பத்தாண்டுகளில் விதி அடிப்படையிலான அமைப்பில் [131, 132, 133, 134, 135] தொடங்கி FL அமைப்புகள் [136, 137, 138, 139] மூலம் உருவானது. வெவ்வேறு பயிர்களில் [140, 141, 142, 143] அல்லது பூச்சி கண்டறிதலுக்கு பல்வேறு ANNகள் பயன்படுத்தப்பட்டுள்ளன, எ.கா., ஒரு முதுகெலும்பு CNN மற்றும் ஒரு பிராந்திய முன்மொழிவு நெட்வோர்க் (RPN) உடன் ஒருங்கிணைக்கப்பட்ட ஒரு சேணல்-இடஞ்சார்ந்த கவலைம் தொகுதி ஒரு பயிர் வயலில் பல்வேறு பூச்சிகளைக் கண்டறியப் பயன்படுத்தப்பட்டுள்ளது [144] மேலும் ஆப்பிள் இலை நோய் [145] இல் GoogleNet Inception நெட்வோர்க் மற்றும் Rainbow Concatenation ஐப் பயன்படுத்தி கண்டறியப்பட்டுள்ளது. ஒரு அதிகரிக்கும் பின் பரப்புதல் நெட்வோர்க்

இரு தேவிலை செடியில் பூச்சிகளைக் கண்டறிய தொடர்பு அடிப்படையிலான அம்சத் தேர்வு (CFS) உடன் பயன்படுத்தப்பட்டது . CNN அடிப்படையிலான பொருள் கண்டறிதல் மாதிரி YOLOv3, தெசரோமா பாப்பிலோசா என்ற பூச்சியை உள்ளர்மயமாக்கப் பயன்படுத்தப்பட்டுள்ளது மற்றும் LSTM ஆல் சுற்றுச்சூழல் தகவல்களை பகுப்பாய்வு செய்வதன் மூலம், பூச்சி நிகழ்வு 90% துல்லியத்துடன் கணிக்கப்படுகிறது [146]. YOLOv3 மற்றும் YOLOv3-அடர்த்தியான மாதிரிகள் ஒரு ஆப்பிள் பழத்தோட்டத்தில் ஆப்பிள் மேற்பரப்பில் ஆந்தராக்களைக் கண்டறியவும் பயன்படுத்தப்பட்டுள்ளன [147]. பூச்சிகளைக் கண்டறிவதில் 84% துல்லியத்துடனும், பூச்சிகளை வகைப்படுத்துவதில் 86% துல்லியத்துடனும் ஒன்றை விடத் திரங்கு (SSD) பயன்படுத்தப்பட்டுள்ளது [148]. k-வழிமுறைகள் கிளஸ்டரிங் மற்றும் கடித வடிகட்டி [149] மூலம் பூச்சி கண்டறிதல் மற்றும் அங்கீராம் செய்யப்பட்டுள்ளன. பயிர் நோய் கண்டறிதலில் [150] மற்றும் [151] இல் CNN அடிப்படையிலான மாதிரிகள் பயன்படுத்தப்பட்டுள்ளன.

7.1.5 களை கட்டுப்பாடு

களை விளைச்சலை எதிர்மறையாக பாதிக்கிறது. எனவே, களை கட்டுப்பாடு என்பது புத்திசாலித்தனமான விவசாயத்தில் மற்றொரு முக்கியமான பகுதியாகும். களைகளை பயிர்களிலிருந்து வேறுபடுத்துவது சில நேரங்களில் கடினம். களை கட்டுப்பாட்டில் AI இன் பயன்பாடு 2000 களின் மற்றபகுதியில் தொடங்கியது. பயிர்களிலிருந்து களைகளை வேறுபடுத்துவதற்காக ஹெப்பியன் சினாப்டிக் மாற்றத்துடன் ANN பயன்படுத்தப்பட்டுள்ளது [152], மேலும் அந்த நேரத்தில் கிடைக்கக்கூடிய வன் பொருளின் அடிப்படையில் அடையப்பட்ட துல்லியம் நியாயமானதாக இருந்தது. YOLOv3 [153] இல் குறைந்த விலை துல்லியமான களை மேலாண்மைக்கு பயன்படுத்தப்பட்டுள்ளது. பல-நிறமாலை படங்களுடன் [154] எதிர் பரப்புதல் (CP)-ANN மற்றும் ஹெப்பர் ஸ்லீபக்ட்ரல் படங்களுடன் [155] ஆட்டோ என்கோடர் மற்றும் SVM ஆகியவற்றின் கலவையும் களைகளைக் கண்டறிய பயன்படுத்தப்பட்டுள்ளது. புல்வெளி பயிர்க்கெய்கையில் களைகளைக் கண்டறிய SVM [156] இல் பயன்படுத்தப்பட்டுள்ளது .

7.1.6 கால்நடை மேலாண்மை

கால்நடை மேலாண்மையில் AI/ML நுட்பங்கள் இரண்டு வழிகளில் பயன்படுத்தப்பட்டுள்ளன: விலங்கு நலன் மற்றும் கால்நடை உற்பத்தி [197]. விலங்கு நலன் அல்லது விலங்குகளின் நல்வாழ்வு [157] இல் கால்நடைகளுக்கு பையிங் குழும் கற்றலைப் பயன்படுத்துவதற்கும், கன்றுக்குடிக்கு முடிவு மரம் மற்றும் C4.5 வழிமுறையைப் பயன்படுத்துவதற்கும் [158], மற்றும் பன்றிகளுக்கு காலியன் கலவை மாதிரிகள் [159] ஆகியவற்றைப் பயன்படுத்துவதற்கும் உரையாற்றப்பட்டுள்ளது. கால்நடை உற்பத்தியின் செயல்திறனை மேம்படுத்த அI உதவுகிறது. பால் கொழுப்பு அமிலங்களிலிருந்து கால்நடை ரூமன் நெராதித்தல் முறைகளை கணிக்க [160] இல் பின் பரவலுடன் கடைய ANN பயன்படுத்தப்பட்டுள்ளது . [161] இல் 97% துல்லியத்துடன் CNN உடன் பன்றிகளின் முகங்கள் கண்டறியப்பட்டுள்ளன . வணிக கோழி உற்பத்திக்கான முட்டை உற்பத்தியில் சிக்கல் கண்டறிதல் மற்றும் ஏச்சரிக்கைகளுக்கு SVM பயன்படுத்தப்பட்டுள்ளது [162], பரினாம வளர்ச்சிக்கான கால்நடை எடை பாதைகளை மதிப்பிட [163], மற்றும் மாட்டிறாச்சி கால்நடைகளின் எலும்புக்கூடு எடையை கணிக்க [164]. தரமான பால் உற்பத்தியைக் கணிக்கவும், ஒரு ரோபோ மாட்டுப் பண்ணையில் பக்ககளின் வெப்ப அழுத்த அளவைக் குறைக்கவும் [165] பேய்சியன் ஒழுங்குமுறையுடன் கூடிய ANN பயன்படுத்தப்பட்டுள்ளது . [166] இல் பசு நோய்களைக் கணிக்க முழுமையாக இணைக்கப்பட்ட நரம்பியல் வலையமைப்பு பயன்படுத்தப்பட்டுள்ளது .

7.1.7 மாற்று வேளாண்மை

மாற்று வேளாண்மை என்பது பசுமை இல்ல விவசாயம் மற்றும் ஹெப்ரோபோனிக்ஸ் ஆகியவற்றைக் கொண்டுள்ளது. குறைந்த மனிதவளத்துடன் சிறந்த மற்றும் துல்லியமான கட்டுப்பாட்டிற்காக அந்த அமைப்புகளில் ML மற்றும் ஆழமான கற்றல் நுட்பங்கள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. முழுமையாக இணைக்கப்பட்ட ANN மற்றும் வேர் சராசரி சுதார் பிழை (RMSE) [167] ஜப் பயன்படுத்தி பசுமை இல்ல காற்றின் வெப்பநிலை கணிக்கப்படுகிறது. பசுமை இல்ல விவசாயம் மற்றும் கோதுமை மக்குளின் ஆற்றல் நுகர்வு [170] மற்றும் தார்ப்பணி [171]. காலநிலை (சரப்பதம், வெப்பநிலை மற்றும் CO2) கணிப்புக்காக [173] இல் குரிய சக்தி [172] மற்றும் RNN-LSTM மூலம் இயக்கப்படும் பசுமை இல்லத்தின் சரப்பதம் மற்றும் வெப்பநிலையை கணிக்க, பின்புற பரவலுடன் கூடிய ஒரு தொடர்ச்சியான நரம்பியல் வலையமைப்பு (RNN) பயன்படுத்தப்பட்டுள்ளது . தேவையான செயலை கணிக்க ஹெப்ரோபோனிக் அமைப்புகளில் ANN மற்றும் பேய்சியன் நெட்வோர்க்குகள் பயன்படுத்தப்பட்டுள்ளன [19].

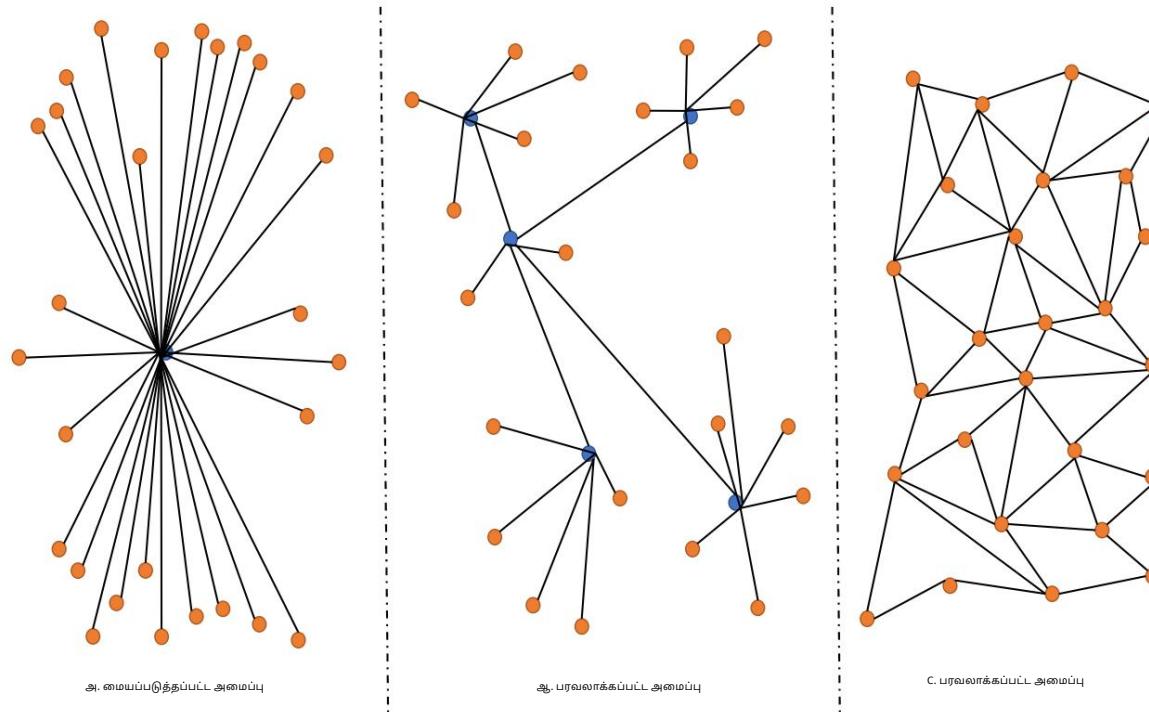
கணக்கீட்டின் இருப்பிடத்தைப் பொறுத்து பல்வேறு AI தொழில்நுட்பங்கள் முன்மொழியப்படுகின்றன. AI மாதிரி வரையறுக்கப்பட்ட வள உட்பொதிக்கப்பட்ட அமைப்பிலேயே இயக்கும் விளிம்பு AI அமைப்புகளுக்கு, அதிக துல்லியம் கொண்ட ஆனால் பயிற்சிக்கு குறைவான அளவுருக்கள் கொண்ட ஆழமான நரம்பியல் நெட்வோர்க் மாதிரிகளை விடுவதற்கு ஆய்வுக்கூடிய பயன்படுத்துகிறது [174]. MobileNet [175], SqueezeNet [176], EfficientNet [177] ஆகியவை ஆழ வாரியான சுருக்கம், தரவின் தவண்சாம்பிளிங் சீரான அளவிடுதல் ஆகியவை முறையே செய்யப்படும் நெட்வோர்க்குகள் ஆகும். DNN அளவைக் குறைக்க அளவிடு [178, 179, 180, 181] மற்றும் கத்திரித்தல் [182, 183, 184, 185, 186, 187, 188] ஆகியவை பயன்படுத்தப்படுகின்றன . வன்பொருளின் சரியான தேர்வு வழிமுறைகளைப் போலவே முக்கியமானது.

7.2 பிளாக்செயின் மற்றும் விநியோகிக்கப்பட்ட லெஜ்ஜர் தொழில்நுட்பம்

7.2.1 டிஜிட்டல் தொழில்நுட்பமாக பிளாக்செயின்

பியர்-டி-பியர் நிதி அமைப்புகள் [189][190], ரியல்-டைம் செக்ஷூர் ஐஃடி அமைப்புகள் [191], ஸ்மார்ட் கவர்னன்ஸ் பயன்பாடுகள் [192, 193], டிஜிட்டல் சொந்த பதிப்புரிமை தொழில்நுட்பங்கள் [194, 195], ஸ்மார்ட் ஹெல்த்கீர் [196, 197], ஸ்மார்ட் அக்ரிகல்ச்சர் மற்றும் பல தொழில்கள் உள்ளிட்ட பல்வேறு துறைகளில் நம்பிக்கைக்குரிய பயன்பாடுகளைக் கொண்ட சமீபத்திய தொழில்நுட்பங்களில் பிளாக்செயின் ஒன்றாகும். பிளாக்செயினை எளிமையாக ஒரு பியர்-டி-பியர் விநியோகிக்கப்பட்ட லெஜ்ஜர் என்று வரையறுக்கலாம். இது உள்வரும் பரிவர்த்தனை தரவை செயலாக்குகிறது மற்றும் நெட்வோர்க் முழுவதும் பியர்களால் ஏற்றுக்கொள்ளப்பட்ட ஒருமித்த வழிமுறை எனப்படும் விதிகளின் தொகுப்பின் அடிப்படையில் பகிரப்பட்ட லெஜ்ஜர் காலவரிசைப்படி புதுப்பிக்கிறது. அத்தகைய பியர்-டி-பியர் நெட்வோர்க்குகளை உருவாக்குவதற்குப் பின்னால் உள்ள முக்கிய யோசனை, தரவைப் பகிர்ந்து கொள்ளவும், கூட்டாக ஒரு அமைப்பாக வேலை செய்யவும் தேவைப்படும் நம்பகமான நிறுவனங்களுக்கு இடையே நம்பகமான மற்றும் சரிபார்க்கக்கூடிய தகவல் தொடர்பு மற்றும் தரவு வேலிப்பை உருவாக்குவதாகும். கடந்த சில தசாப்தங்களில் பொருவாகப் பயன்படுத்தப்படும் பரவலாக்கப்பட்ட பயன்பாட்டு அமைப்பு

கிளையன்ட்-சர்வர் மாதிரி, இதில் தரவு ஒரு மைய நிறுவனத்தில் இருப்பதற்குப் பதிலாக, அது நகலெடுக்கப்பட்டு பல சேவைகளில் பிரிக்கப்படுகிறது, இது பல இடங்களிலிருந்து வாடிக்கையாளர்களால் எனிதாக அணுக முடியும். இந்த மாதிரி மையப்படுத்தப்பட்ட கணினி சிக்கல்களை வெற்றிகரமாக நிவர்த்தி செய்திருந்தாலும், இது இன்னும் பாதுகாப்பு மற்றும் தனியிருமை தாக்குதல்களுக்கு ஆளாகிறது, அவை விநியோகிக்கப்பட்ட நெட்வொர்க்குக்களைப் பயன்படுத்தி திறமையாக தீர்க்கப்படலாம். படம் 16 வெவ்வேறு நெட்வொர்க் உள்ளமைவுகளைக் காட்டுகிறது.

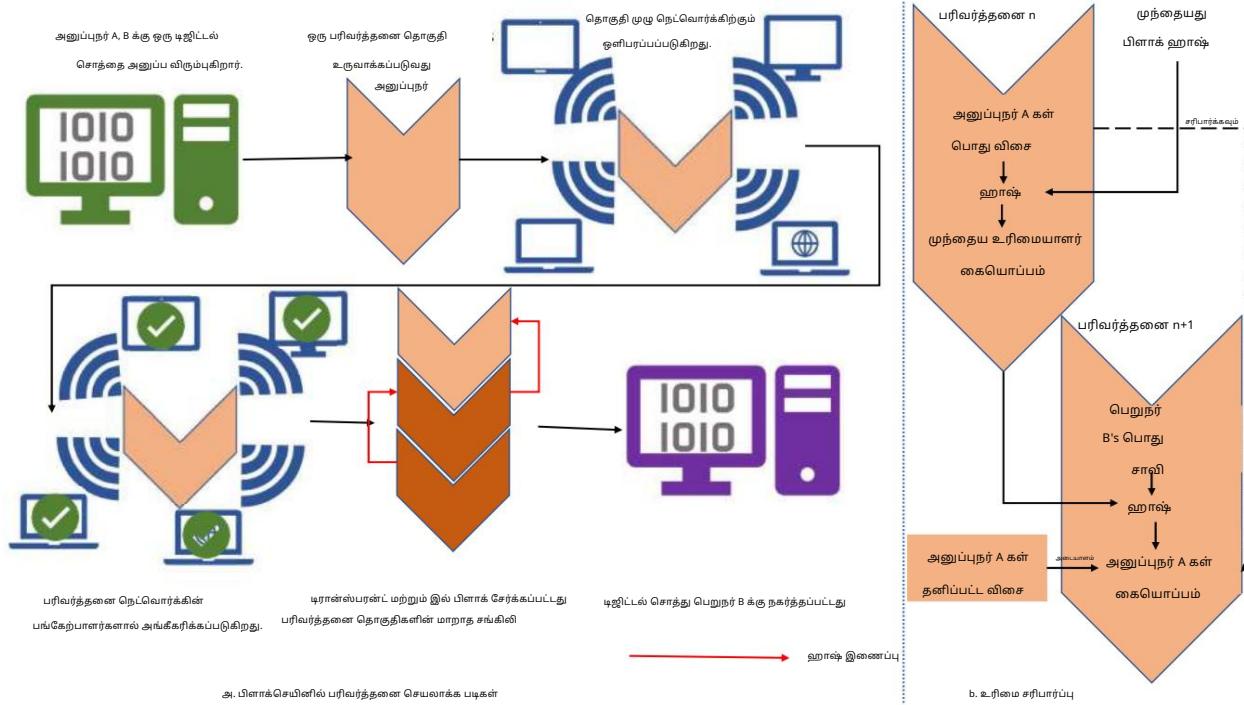


படம் 16: நெட்வொர்க்குகளின் வகைகள் (அ) நீலக் கோளத்தால் குறிப்பிடப்படும் ஒற்றைப் புள்ளி தகவல் பகிர்வு மற்றும் ஆரஞ்ச் கோளங்களால் குறிப்பிடப்படும் பல கிளையன்ட்களையும் கொண்ட பரவலாக்கப்பட்ட நெட்வொர்க் (ஆ) நீலக் கோளங்களால் குறிப்பிடப்படும் பல பிரதி மைய முனைகளையும் ஆரஞ்ச் கோளங்களால் குறிப்பிடப்படும் பல கிளையன்ட்களையும் கொண்ட பரவலாக்கப்பட்ட நெட்வொர்க் (இ) மைய நிறுவனம் இல்லாத பரவலாக்கப்பட்ட நெட்வொர்க்

மையப்படுத்தப்பட்ட அமைப்புகள் அனைத்து நெட்வொர்க் தரவையும் ஒரே இடத்தில் வைத்திருக்கின்றன, அவை ஒரு நெட்வொர்க் குழுமமாளரால் கட்டுப்படுத்தப்பட்டு பராமரிக்கப்படுகின்றன. இந்த அமைப்பின் முக்கிய குறைபாடுகள் ஒற்றைப் புள்ளி தோல்வி (SPOF) மற்றும் நினைத் தூரத்திலிருந்து தரவு அனுகூலில் தாமதம். ஒரு மைய முனைகளில் ஒன்றில் தோல்வி ஏற்பட்டாலும் கூட, வெவ்வேறு இடங்களுக்கு திறம்பட சேவை செய்யும் பல மைய சேவைகளுக்கிணாயில் தரவு நகலெடுக்கப்படும் ஒரு பரவலாக்கப்பட்ட அமைப்பை அறிமுகப்படுத்துவதன் மூலம் இந்த குறைபாடுகளைத் தவிர்க்கலாம். இது பெரும்பாலான சிக்கல்களைத் தீர்த்தாலும், வாடிக்கையாளர் தகவலைப் பராமரித்தல் மற்றும் சேமித்தல் மற்றும் அவர்களுடன் தொடர்புகொள்வதற்குப் பொறுப்பான மூன்றாம் தரப்பு உரிமையாளரால் தரவு இன்னும் கட்டுப்படுத்தப்படுகிறது. இது பல பாதுகாப்பு மற்றும் தனியிருமை சிக்கல்களுக்கு வழிவகுக்கும். அத்தகைய கட்டமைப்பின் மற்றொரு குறைபாடு என்னவென்றால், அத்தகைய பரவலாக்கப்பட்ட அமைப்புகளுடன் தொடர்பு கொள்ளும்போது வாடிக்கையாளர்களிடமிருந்து தரவின் மீதான தரவு உரிமை மற்றும் கட்டுப்பாடு இல்லாதது, நெட்வொர்க் போக்குவரத்தை கணக்காணித்து சரிபார்க்க மத்திய அதிகாரிகளின் தேவையை நீக்குவதன் மூலம் விநியோகிக்கப்பட்ட நெட்வொர்க்குகள் இந்த சிக்கல்களைத் தீர்க்க முடியும். IoT சென்சார் மற்றும் எட்ஜ் சாதனங்களைக் கொண்டுள்ளது, அவை விநியோகிக்கப்பட்ட நெட்வொர்க்கை உருவாக்குகின்றன. அத்தகைய சாதனங்களின் தரவு பகிர்வு மற்றும் கூட்டு செயல்பாட்டை பிளாக்செயின் தொழில்நுட்பத்தால் மேம்படுத்தலாம். பிளாக்செயினின் மூக்கிய கூறுகளில் பகிரப்பட்ட லெட்ஜர், நோர், பரிவர்த்தனை மற்றும் ஒருமித்த வழிமுறை ஆகியவை அடங்கும்.

பிளாக்செயின் பகிரப்பட்ட லெட்ஜர் என்பது அங்கீகிக்கப்பட்ட பரிவர்த்தனைகளின் தொகுதிகளின் காலவரிசைப்படி இணைக்கப்பட்ட வரிசையாகும். ஒவ்வொரு தொகுதியும் பரிவர்த்தனைகளையும் மெட்டாடேட்டாவையும் கொண்டுள்ளது. இது பரிவர்த்தனை தகவலின் ஒருமைப்பாடு மற்றும் நம்பகத்தன்மையை சரிபார்க்கப் பயன்படுகிறது. நெட்வொர்க்கில் பங்கேற்கும் ஒவ்வொரு முனையும் லெட்ஜரின் சொந்த நகலைக் கொண்டிருக்கும், இது அவ்வெப்போது புதுப்பிக்கப்படும் மற்றும் நெட்வொர்க்கில் உண்மையின் ஒற்றை புள்ளியாக செயல்பட உதவுகிறது. டிஜிட்டல் சொத்துக்களின் இரட்டை செலவைத் தவிர்க்க, நெட்வொர்க்கில் உள்ள முனைகளில் லெட்ஜர் நகலெடுக்கப்படுகிறது. பரிவர்த்தனைகளைக் கொண்ட செய்யக்கூடிய மற்றும் நெட்வொர்க் செயல்பாடுகளில் பங்கேற்கக்கூடிய நெட்வொர்க்கின் பங்கேற்பாளர்கள் முனைகள். அவர்கள் செய்யும் பாத்திரங்களின் அடிப்படையில் முனைகள் பியர் நோடுகள், முழு நோடுகள் மற்றும் மைனர்கள் என இருக்கலாம். பியர் நோடுகள் கணக்கீட்டு ரீதியாக குறைவான தீர்ண் கொண்டவை மற்றும் பரிவர்த்தனைகளை செயலாக்க மற்றும் கையாள பிளாக்செயின் நெட்வொர்க்கைப் பயன்படுத்தும் பரிவர்த்தனைகளை உருவாக்குவதற்கு முக்கியமாக பொறுப்பாகும். முழு நோடுகள் பெரிய சேமிப்பகத்துடன் கூடிய முனைகள் மற்றும் பரிவர்த்தனைகளின் முழு பாதையையும் சேமிப்பதற்கு பொறுப்பாகும். முழு நோடுகளுடன் தொடர்புடைய எந்த ஊக்கமும் இல்லை, ஆனால் இந்த முனைகள் வரும் பரிவர்த்தனைகளைச் சரிபார்க்க முழுமையான லெட்ஜரைப் பராமரிக்கின்றன. முன் வரையறுக்கப்பட்ட தொகுப்பின் அடிப்படையில் உருவாக்கப்படும் தொகுதிகள் செயலாக்கப்படும் ஒருமித்த பொறுமுறையைச் செய்வதற்கு மைனர் நோடுகள்

இருமித்த வழிமுறை எனப்படும் விதிகள். இந்த முனைகள் கணக்கீட்டு ரீதியாக தீர்ண கொண்டவை மற்றும் ஒவ்வொரு தொகுதிக்கும் சலுகைகள் வழங்கப்படுகின்றன. முனையால் உருவாக்கப்பட்டது. பயன்படுத்தப்படும் மிகவும் பிரபலமான ஒருமித்த வழிமுறைகள் வேலைக்கான சான்று (PoW) மற்றும் பங்குக்கான சான்று (PoS), அவற்றில் PoW, சரங்கத் தொழிலாளியைத் தேர்ந்தெடுக்க கணக்கீட்டு ரீதியாக கடினமான குறியாக்கவியல் புதிர்க்களைப் பயன்படுத்துகிறது, அதே நேரத்தில் PoS, புதிய தொகுதிகளை உருவாக்க ஒரு சரங்கத் தொழிலாளியைத் தேர்ந்தெடுக்கும் போது, ஸ்டேக்கிங் மற்றும் ஸ்டேக்கிங்கின் வயது ஆகியவற்றைக் கருத்தில் கொள்ளுகின்றன. படம் 17 காட்டுகிறது பரிவர்த்தனை படிகள் மற்றும் டிஜிட்டல் சொத்து சரிபார்ப்பு செயல்முறை விரிவாக.



படம் 17: பிளாக்கெசயின் பரிவர்த்தனை படிகள் மற்றும் டிஜிட்டல் சொத்து உரிமை சரிபார்ப்பு.

7.2.2 ஸ்மார்ட் விவசாயத்தில் பிளாக்கெயின் தொழில்நுட்பத்தின் பொருத்தம்

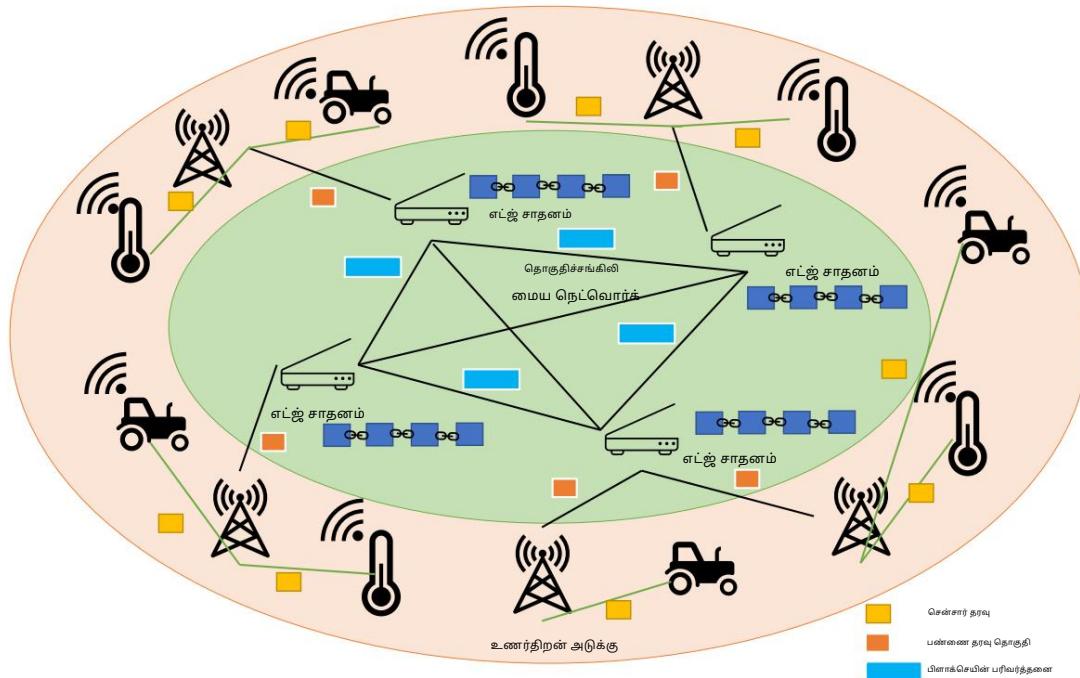
விவசாய நடைமுறைகளை திறமிப்பது மாற்றியமைக்க பலவேறு புதிய தொழில்நுட்பங்களை ஏற்றுக்கொள்வதன் மூலம் விவசாயத் துறை வளர்ச்சியைத் தெருத்துகிறது. மற்றும் பயிர்களின் சிறந்த மக்குல் [5]. அத்தகைய ஒரு செயல்படுத்தும் தொழில்நுட்பம் IoT ஆகும், இது பலவற்றை தானியக்கமாக்குவதற்கான தீர்வுகளை வழங்குகிறது விவசாயத்தில் மானுட மையப் பணிகள். விவசாயத்தில் IoT சூழலில் பயன்படுத்தப்படும் அடுக்கு கட்டமைப்பில், அடுக்கு-2 அல்லது எட்ஜ் கம்பியூட்டும் லேயர் பல எட்ஜ் டெட்டா சென்டர்களை (EDC) கொண்டிருக்கிறது, அவை முக்கியமான தேவையுடன் விநியோகிக்கப்பட்டு நெட்வர்க்குகளை உருவாக்குகின்றன. படம் 18 இல் உள்ளதைப் போல, கட்டாக வேலை செய்ய [198], ஒருவருக்கொருவர் தொர்பு கொள்ளுவதும் தரவைப் பகிரவும், இவற்றை உருவாக்குவதற்காக இயந்திரத்திலிருந்து இயந்திரத்திற்கு இடையிலான நொடர்ப்புகள் மிகவும் பாதுகாப்பானவை, மத்திய அதிகாரிகள் தரவைக் கண்காணித்து பயன்படுத்த வேண்டிய அவசியம் உள்ளது. தரவு ஒருமைப்பாடு மற்றும் தனியுரிமையைப் பராமரிக்க சில குறியாக்கவியல் நூட்பங்கள். இது ஒரு சலாவான பணியாக இருக்கலாம், ஏனெனில் இது ஒரு பெரிய பண்ணையை கண்காணிக்கும் மற்றும் கட்டுப்படுத்தும் போது தேவைப்படும் கணினியில் முனை நடவடிக்கைகளின் பலவேறு அம்சங்களைக் கையாள்கிறது. அல்லது பயிரின் தரம்.

7.2.3 விவசாயத்தில் பிளாக்கெயின் பயன்பாடுகள்

பிளாக்கெயின் நுட்பமான விவசாயத்தில் ஏராளமான பயன்பாடுகளைக் கொண்டிருக்கிறது. பிளாக்கெயின் நடவடிக்கைகளை நடவடிக்கைகளின் பலவேறு அம்சங்களைக் கையாள்கிறது. சில முக்கிய பயன்பாடுகள் மற்றும் தொடர்புடைய தீர்வுகள் கீழே விவாதிக்கப்படுகின்றன.

7.2.3.1 பாதுகாப்பான நிகழ்நேர தரவு பகிர்வு

திறமையான விவசாயத்தில் கவனிக்கப்பட வேண்டிய ஸ்மார்ட் விவசாயத்தில் தரவு பாதுகாப்பு மற்றும் தனியுரிமை ஒரு முக்கிய அம்சமாகும். தனியுரிமை செயல்முறைகளின் செயல்பாடு. பிளாக்கெயின் குறியாக்கவியல் நூட்பங்களைப் பயன்படுத்துகிறது மற்றும் பரிவர்த்தனைகளை செயலாக்குகிறது. தரவின் ஒருமைப்பாட்டைப் பராமரிக்கவும், சேவை மறுப்பு (DOS) போன்ற எதிரி தாக்குதல்களைத் தவிர்க்கவும் காலவரிசைப்படி

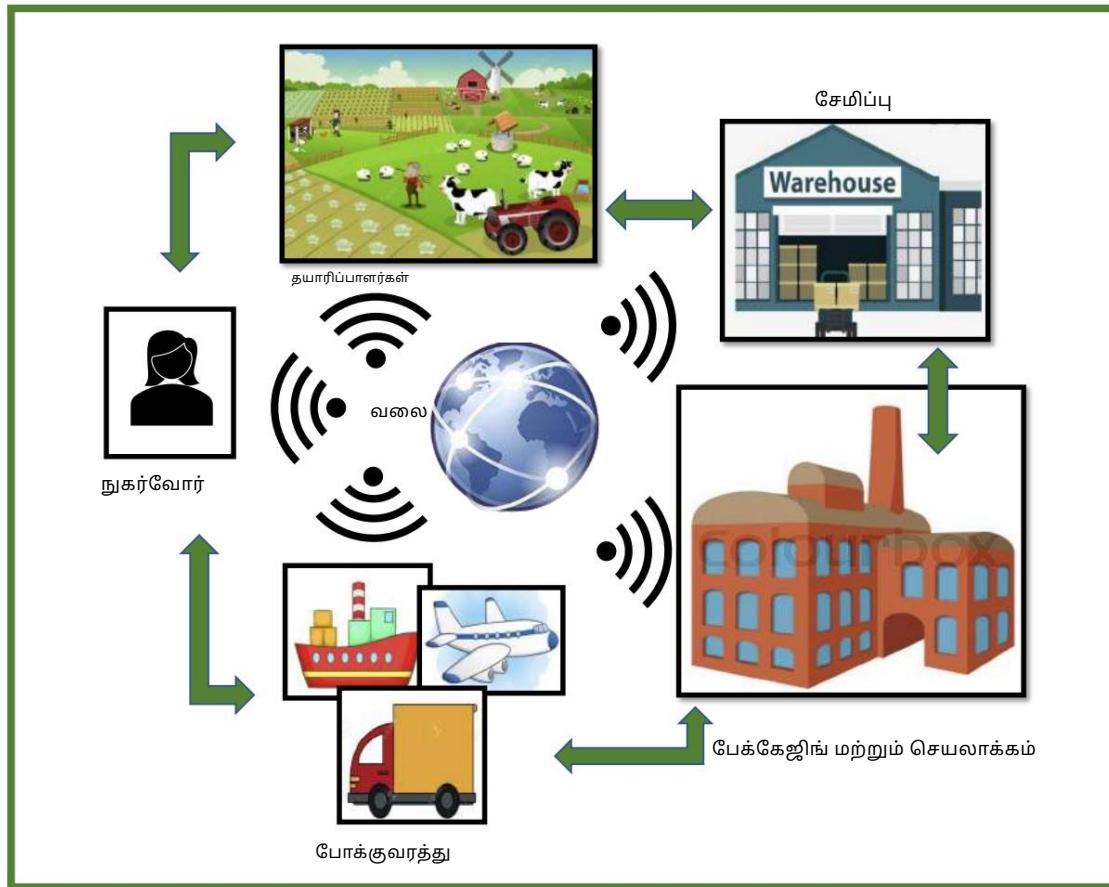


படம் 18: ஸ்மார்ட் அக்ரிகல்சர் ஐஒடி நெட்வோர்க் மற்றும் பிளாக்செயினுக்கு இடையிலான ஒப்புமை.

தவறான தரவு உட்சூலத்துதல். தரவு தனியுரிமையைத் தவிர, தரவு உரிமை மற்றும் பண்மாக்குதல் ஆகியவையும் சிக்கல்களாகும். மையப்படுத்தப்பட்ட பயன்பாடுகளைப் போலவ்வாமல், மத்திய அதிகாரசபையால் தரவு பண்மாக்கப்படும் இடப்பக்களில், பிளாக்செயின் அடிப்படையிலான பயன்பாடுகள் விவசாயிகள் தரவு அனுக்கலை நுனுக்க மட்டங்களில் கட்டுப்படுத்தவும். தரவை தாங்களாகவே பண்மாக்கவும் உதவும். ஒரு பொதுவான IoT கட்டமைப்பு ஒரு மேக அடுக்கைக் கொண்டுள்ளது. அங்கு விளைப்பு அடுக்கைகளிலிருந்து தரவு சேமிக்கப்பட்டு தானியங்கி பணிகளைச் செய்ய செயலாக்கப்படுகிறது. அத்தகைய நெட்வோர்க்குகளின் முக்கிய குறைபாடுகளில் ஒன்று, நெட்வோர்க் கிடைக்கும் தன்மை மற்றும் ஒரு குறிப்பிட்ட நேரத்தில் சேவையகத்திற்குச் செல்லும் அனுகல் கோரிக்கைகளின் எண்ணிக்கையைப் பொறுத்து தாமதம் மற்றும் அனுகல் நேரங்கள் மாறுபடும். முடிவுகளை எடுப்பதில் நிகழ்நேர செயல்பாடு மிக முக்கியமானதாக இருப்பதால், திறமையான நிகழ்நேர தரவு பகிரவு மாதிரியை உருவாக்க பிளாக்செயின் உதவும். பாதுகாப்பான தரவு பகிரவுக்கு பிளாக்செயினைப் பயன்படுத்தும் சில பாதுகாப்பான மாதிரிகள் [199, 200, 201, 202] இல் முன்மொழியப்படுவதைன் [199] ஒரு அடையாள நிர்வகிக்கப்பட்ட அங்கீகார பொறிமுறையை நிறுவியது, இது தனியார் பிளாக்செயினைப் பயன்படுத்துகிறது மற்றும் விநியோகிக்கப்பட்ட சேவை மறுப்பு (DDoS) தாக்குதல்களை நீக்கும் பாதுகாப்பான தகவல் பகிரவு பொறிமுறையை வழங்குகிறது. [200], மென்பொருள்-வரையறுக்கப்பட்ட நெட்வோர்க்களிங் (SDN) தொழில்நுட்பம் மற்றும் பிளாக்செயினுடன் இணைந்து, IoT குழலில் தாக்குதல்களைக் கண்டறிந்து தடுப்பதற்கான ஒரு அமைப்பை முன்மொழிந்துள்ளது. IoT போன்ற வளர்கள் கட்டுப்படுத்தப்பட்ட குழல்களில் இது ஒரு உகந்த தீர்வாக இருக்கலாம். [201] மனைக்குறியாக்கப்பட்ட தரவுகளில் ஹெராமோமார்பிக் கணக்கீட்டைப் பயன்படுத்துகிறது மற்றும் நடைமுறை பைசன்னடைன் தவறு சகிப்புத்தன்மை (PBFT) போன்ற அனுகுமுறையைப் பின்பற்றுகிறது மற்றும் சேவையகத்திலிருந்து சரியான பதில்களின் வரம்பு எண்ணிக்கையை அடிப்படையாகக் கொண்டது. தொடர்புடைய ஸ்மார்ட் ஒப்பந்தங்கள் இயக்கப்படும். செயல்படுத்துகிறது, Ethereum blockchain பயன்படுத்தப்பட்டது மற்றும் Ethereum இன் தொகுதி உருவாக்கும் நேரம் 15 வினாடிகளாக நிர்ணயிக்கப்பட்டதால், மறுமொழி நேரங்கள் 22 வினாடிகளாகக் கணக்கிடப்பட்டன, மேலும் குறுகிய தொகுதி நேரங்களுடன் இரண்டாம் தலைமுறை blockchains ஜ மாற்றியமைப்பதன் மூலம் மேலும் மேலும் பயன்படுத்தலாம். [202], அளவிடுதல் மற்றும் நம்பகத்தன்மையை அதிகரிக்கும் அதே வேளையில், blockchain ஜப் பயன்படுத்தி மையப்படுத்தப்பட்ட அமைப்புகளின் சிக்கல்களைத் தீர்க்கக்கூடிய ஒரு புதிய முக்கிய மேலாண்மை கட்டமைப்பை முன்மொழிந்துள்ளது. [203], ஸ்மார்ட் வேளாண்மை அமைப்புகளில் அளவிடுதல் மற்றும் நிகழ்நேர தரவு கிடைக்கும் தன்மையை அதிகரிக்க வளம் மிகுந்த பாரம்பரிய blockchains களுக்குப் பதிலாக விநியோகிக்கப்பட்ட லெஜர்களைப் பயன்படுத்தியது .

7.2.3.2 சமூக விவசாயம் மற்றும் உள்ளூர் சந்தைகள்

பயிர் தேர்வு மற்றும் சிறந்த மக்குலை அடைய சமூக விவசாயத்திற்கு கூட்டு நுண்ணாறிவு மற்றும் வாளிலை, பயிர் நோய் அல்லது தயாரிப்பு தேவை தரவுகளின் வெளிப்படையான பகிரவு தேவை, இதனுடன், உள்ளூர் சந்தைகள் விவசாயிகள் தங்கள் தயாரிப்புகளை அதிக லாபத்துடன் மிகவும் திறமையாக பண்மாக்க உதவும். விவசாயிகள் உற்பத்தி செய்வதற்கும் சிறந்த லாபத்தை அடைவதற்கும் உதவும் வகையில், பிளாக்செயின் அத்தகைய பயன்பாடுகளை ஒழுங்கமைத்து நிர்வகிப்பதில் உதவும். இந்த பகுதிக்கான சில பணிகள் [204] இல் வழங்கப்படுவதான், இது இடைத்தரகர்களை அகற்ற தீர்வுகளை நெறிமுறை விநியோகச் சங்கிலையை நிறுவி விவசாயிகளுக்கு தகுதியான லாபத்தை வழங்குகிறது. படம் 19, விநியோகச் சங்கிலி கண்காணிப்புத் துறையில் உள்ள தளவாடங்களைக் காட்டுகிறது.



படம் 19: ஸ்மார்ட் விவசாயத்தில் விநியோகச் சங்கிலி தடமரிதல்.

7.2.3.3 வழங்கல்-சங்கிலி தடமரிதல்

உலகமயமாக்கல் என்பது தொலைதொடர் இடங்களில் கூட தயாரிப்பு கிடைப்பதை சாத்தியமாக்கிய போக்கு. இது உலகளாவிய உணவு விநியோகச் சங்கிலிகளை பிகவும் சிக்கலாக்கியுள்ளது. இது பல நிறுவனங்கள் இந்த செயல்முறை முழுவதும் ஒன்றிணைந்து செயல்படுவதை உள்ளடக்கியது. இத்தகைய சிக்கலான உணவு விநியோகச் சங்கிலிகளின் முக்கிய சிக்கல்களில் ஒன்று கண்டியும் தன்மை மற்றும் நகர்வோர் நம்பிக்கை. உணவு மூலம் பரவும் நோய்கள் வெடிப்பது மிகவும் பொதுவானது. இது போன்ற சூழ்நிலைகளில், மிகவும் பொதுவான அனுகுமிழை முழு சர்க்குகளையும் அப்புறப்படுத்துவதாகும், ஏனெனில் ஒவ்வொரு தயாரிப்பையும் தொற்றுக்காக சோதிப்பது சாத்தியமில்லை. அதற்கு பதிலாக, தயாரிப்பை அது உற்பத்தி செய்யப்பட்ட பண்ணைக்குத் திரும்பக் கண்டுபிடிப்பது எந்தெந்த பொருட்கள் பாதிக்கப்படுகின்றன என்பதைத் தீர்மானிக்கவும் உணவு வீணாவதைக் குறைக்கவும் உதவும். இது பயனராக, தெளிவான மற்றும் வெளிப்படையான விநியோகச் சங்கிலி உணவின் நம்பகத்தன்மையில் வாடிக்கையாகர் நம்பிக்கையை வளர்க்க உதவும். இந்த அம்சத்தில் பிளாக்கெஸியின் வெளிப்படையான விநியோகச் சங்கிலிகளை உருவாக்குவதன் மூலம் உதவ முடியும். அங்கு உணவின் கண்டறியும் தன்மை மற்றும் நம்பகத்தன்மையை எளிதாக சரிபார்க்க முடியும். பல ஆராய்ச்சி பணிகள் முன்மொழிப்பட்டுள்ளன. [205, 206] பிளாக்கெஸியின் அடிப்படையிலான விநியோகச் சங்கிலியில் ஒரு வழக்கு ஆய்வை மேற்கொள்ள வைறுப்பர்வெட்ஜர் ஃபேப்ரிக் பிளாக்கெஸியினைப் பயன்படுத்துகிறது மற்றும் வரம்புகளைப் பற்றி விவாதிக்கிறது. பிளாக்கெஸியிலுடன் ஒருங்கிணைக்கப்பட்ட RFID தொழில்நுட்பத்தை அடிப்படையாகக் கொண்ட ஒரு தீர்வு [207] இல் முன்மொழிப்பட்டுள்ளது. பாரும்பரிய நிறுவன வள திட்டமிடல் (ERP) அமைப்புகளில் SPOF இன் சிக்கலைத் தீர்க்க உதவும் கணக்கையில், விநியோகச் சங்கிலிகளில் ஒரு ஸ்மார்ட் ஓப்பந்த அடிப்படையிலான நிதி தீர்வை [208] முன்மொழிந்தது. நகர்வோரிடமிருந்து சப்ளைர்கள் மீது நம்பிக்கையையும் நம்பிக்கையையும் வளர்க்க, கரிம உணவுகளில் விநியோகச் சங்கிலியைக் கண்காணிப்பதற்கான Ethereum அடிப்படையிலான பரவலாக்கப்பட்ட பயன்பாடுகளை [209] முன்மொழிந்துள்ளது. [210] மின்னணு தயாரிப்பு குறியீடு தகவல் சேவைகள் (EPCIS) உடன் blockchain ஐ ஒருங்கிணைத்து Ethereum ஸ்மார்ட் ஓப்பந்தங்களைப் பயன்படுத்துவதற்கான திறமையான விநியோகச் சங்கிலி கண்காணிப்பு அமைப்பை முன்மொழிந்தது.

7.2.3.4 பண்ணை காப்பீடு

பண்ணைகள் வானிலை மாற்றங்களுக்கு ஆளாகின்றன, மேலும் வானிலை காரணமாக ஏற்படும் சேதங்கள் விவசாயிகளுக்கு நிதி உறுதியற்ற தன்மைக்கு வழிவகுக்கும். பயிர் கழற்சி தொடங்குவதற்கு முன்பு ஒரு விவசாயி ஒரு நிலையான தொகையை செலுத்தி, வானிலை நிலைமைகளால் ஏற்படும் சேதத்தின் அடிப்படையில் ஒரு தொகையைப் பெறுவதை அடிப்படையாகக் கொண்டது விவசாய காப்பீடு. பிரச்சனை ஏழும் போது ஏழுகிறது

சேத்தின் அளவைக் கணக்கிட எந்த குறியீடும் இல்லை, எனவே காப்பீடு வழங்குநரால் வானிலை தரவுகள் பயன்படுத்தப்பட்டு பகுப்பாய்வு செய்யப்படுகின்றன, இது விவசாயிகளுக்கான அடிப்படையை உரவாக்குகிறது மற்றும் இந்த பண்ணை காப்பீடுகளை செயலாக்குவதை எளிதாக்குகிறது. காப்பீடு வழங்குநர் தொலைதொடர்த்தில் பதிவுசெய்யப்பட்டு விவசாயிகளுக்கு வழங்கப்படும் வானிலை நிலையத் தரவைப் பயன்படுத்துவது மிகவும் பொதுவான அமைப்பாகும். தானியங்கி ஸ்மார்ட் ஒப்பந்தங்களைப் பயன்படுத்தி விவசாயிகளிடமிருந்து பிரீமியம் கொடுப்பனவுகளை மதிப்பிடுவதற்கும் ஏற்றுக்கொள்வதற்கும் பிளாக்செயின் உதவும். அதனுடன் சேர்ந்து, அதிக நம்பகத்தன்மையுடன் விவசாயிகளுக்கு வானிலை குறியீடுடீத் தரவையும் கிடைக்கச் செய்யலாம். [211] காப்பீடில் மோசுடியைத் தவிர்ப்பதற்கான பிளாக்செயின் அடிப்படையிலான தீர்வை முன்மொழிகிறது. [212] வற்றிசி அடிப்படையிலான காப்பீடுக்கான அமைப்பை உருவாக்க நோக்கம் hyperledger தனியார் தளத்தைப் பயன்படுத்தினார். [213] ஸ்மார்ட் ஒப்பந்தங்களைப் பயன்படுத்தி காப்பீடு சேவைகளுக்கான Ethereum blockchain மற்றும் hyperledger தனியார் blockchain அடிப்படையிலான தீர்வை முன்மொழிந்தார்.

7.2.4 பிளாக்செயினின் வரம்புகள்

தரவு பாதுகாப்பு மற்றும் ஒருமைப்பாட்டை மேம்படுத்த ஸ்மார்ட் வேளாண்மையில் பிளாக்செயினுக்கு பல சாத்தியமான பயன்பாடுகள் இருந்தாலும், விவசாயத் துறையில் இந்த தொழில்நுட்பத்தை பரவலாக ஏற்றுக்கொள்வதற்கு முன்பு இன்னும் சவால்கள் தீர்க்கப்பட வேண்டும். ஸ்மார்ட் வேளாண்மையில் பயன்படுத்தப்படும் IoT தொழில்நுட்பம் சக்தி மற்றும் கணக்கீடுகள் இரண்டிலும் வளங்களைக் கட்டுப்படுத்துகிறது, அதேசமயம் பிளாக்செயினின் ஒரு மிகுந்த வழிமுறை மற்றும் கிரிப்டோகிராஃபி கூறுகளுக்கு அதிக அளவு சக்தி மற்றும் கணக்கீடு தேவைப்படுகிறது. பிளாக்செயின் ஒரு திறமையான தீர்வாக இருக்க முடியாது, எனவே ஸ்மார்ட் வேளாண்மையைப் போலவே வளங்களைக் கட்டுப்படுத்தும் சூழல்களில் செயல்படுத்தக்கூடிய பல்வேறு திறமையான ஒருமித்த வழிமுறைகளை முன்மொழிய ஆராய்ச்சி செய்யப்படுகிறது. [214] கிரிப்டோகிராஃபிக் அங்கீகாரம் மற்றும் மீடியா அணுகல் கட்டுப்பாடு (MAC) முகவரி சரிபார்ப்பை அடிப்படையாகக் கொண்ட ஒருமித்த வழிமுறையை முன்மொழிந்துள்ளது, இது ஒருமித்த பொறிமுறையின் கணக்கீடுத் தேவைகளைக் குறைத்து பரிவர்த்தனை நேரங்களை கணிசமாக அதிகரித்துள்ளது. தரவு என்பது பரந்த தத்தெடுப்புக்கு கவனிக்கப்பட வேண்டிய மற்றொரு குறிப்பிடத்தக்க சிக்கலாகும். பிளாக்செயினில் உள்ள ஒவ்வொரு தொகுதியின் அளவும் முன்னரே தீர்மானிக்கப்பட்டு வரையறுக்கப்பட்டிருப்பதால், பரங்கள் போன்ற பெரிய அளவிலான தரவுகள் ஆண்-செயினில் சேமிக்க முடியாது. எனவே, பல ஆராய்ச்சியாளர்கள் பாதுகாப்பான அணுகல் மற்றும் ஒருமைப்பாட்டிற்காக பரிவர்த்தனை மற்றும் அணுகல் தகவல்களுடன் ஆண்-செயினில் சேமிக்கப்படும் போது, சேமிக்கப்பட்ட தரவை ஆஃப்-செயினில் உருவாக்குவதில் பணியாற்றி வருகின்றனர். [215] கோவிட்-19 தொடர்பான நோயாளி தரவைப் பதிர்ந்து கொள்ள எதிர்பார்டு ஸ்மார்ட் ஒப்பந்தங்களுடன் இன்டர்பிளான்ட்டிரி ஹைபெல் சிஸ்டம் (IPFS) ஜப் பயன்படுத்தும் ஒரு அமைப்பை முன்மொழிந்தனர், இது சமூக தொலைதூர நடைமுறைகளைக் கொண்ட செயல்படுத்த உதவும். பெரிய அளவிலான தரவுகளைச் சேமிப்பதற்காக ஸ்மார்ட் விவசாயத்தில் இதை ஏற்றுக்கொள்ளலாம். பல நிலை அணுகல் மேலாண்மை என்பது கவனிக்கப்பட வேண்டிய ஒரு முக்கிய அம்சமாகும். ஸ்மார்ட் விவசாய சூழல்களுக்கு ஏற்றுக்கொள்ளக்கூடிய திறமையான மற்றும் கட்டுப்படுத்தப்பட்ட தரவு மேலாண்மை செயல்முறைக்கு வெவ்வேறு அணுகல் கொள்கைகளுடன் பல நிலைகளில் செயல்படக்கூடிய ஒரு பிளாக்செயின் அமைப்பை [216] முன்மொழிந்தார்.

ஸ்மார்ட் வேளாண் ஆராய்ச்சிக்கான 8 தரவுத்தொகுப்புகள்

பயிர் விளைச்சல், கால்நடை மேலாண்மை மற்றும் விநியோகம் தொடர்பான பொருளாதாரம் ஆகியவற்றைப் பகுப்பாய்வு செய்ய தரவுகளை சேகரிக்க ஸ்மார்ட் வேளாண்மை அறிவிவார்ந்த சாதனங்களைப் பயன்படுத்துகிறது. சேமிக்கப்பட்ட தரவு அடுத்த தலைமுறையினருக்கு விவசாயத்தில் வளங்கள் கிடைப்பது குறித்து மேலும் ஆராய்ச்சி செய்ய உதவும். அட்டவணை 1, தற்போதைய காலத்திற்கு நாம் படித்து சேகரித்த பல வடிவங்களின் வெவ்வேறு தரவுத்தொகுப்புகளைக் காட்டுகிறது. கனக்கெடுப்பு அறிக்கை.

8.1 பயிர் மக்குல் மற்றும் உற்பத்தி

நிலப்பரப்பு, பயிர் நிலை மற்றும் மக்குல் தொடர்பான தரவுகளைச் சேகரிக்க சென்சார்கள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. அறுவடை செய்யப்பட்ட பகுதியில் விளைச்சலின் அளவைப் பிரிப்பதன் மூலம் பயிர் விளைச்சலின் அளவைக் கணக்கிடலாம். பயிர் உற்பத்தியை ஒரு ஹெக்கேட்ராக்கு டன்கள் என்ற அளவில் அளவிடலாம். அமெரிக்க வேளாண்மைத் துறை (USDA) விவசாயக் கணக்கீடுகளுடன் பயிர்கள், தாவரங்கள், கால்நடைகள் மற்றும் விலங்குகளுக்கான மக்குல், பரப்பளவு மற்றும் உற்பத்திக்கான தரவுகளை உள்ளடக்கிய வருடாந்திர அறிக்கைகளை உருவாக்குகிறது. படம் 20, அமெரிக்காவில் பல்வேறு ஆண்டுகளுக்கான சில பயிர்கள், கால்நடைகள் மற்றும் விவசாயச் செலவுகளுக்கான வரைபடங்களைக் காட்டுகிறது. கூடுதலாக, விவசாயம், உழைப்பு, உற்பத்தி மற்றும் நில மதிப்புகளுக்கான விலைகள் மாதந்தோறும் மற்றும் ஆண்டுதோறும் சேகரிக்கப்படுகின்றன [217].

8.2 பயிர் நிலை மற்றும் மன் ஈரப்பதம்

பயிர்களின் மக்குல் மற்றும் உற்பத்திக்கு மன்னின் ஈரப்பதம் பற்றிய அறிவு ஒரு முக்கிய காரணியாகும். பல்வேறு விவசாய நடவடிக்கைகளை எளிதாகச் செயல்படுத்த, விவசாயிகள் முடிவெலுப்பதற்கும் மன் தொடர்பான தரவு அவசியம். பயிர் நிலை மற்றும் மன் ஈரப்பத பகுப்பாய்வு (பயிர்-CASMA) என்பது மன்னின் ஈரப்பதம் மற்றும் தாவர நிலைமைகளை அளவிடப் பயன்படுத்த உற்பத்தி மற்றும் தாவரங்களை எளியமாக்குகிறது. சேகரிக்கப்பட்ட தரவு புவியியல் தகவல் அமைப்பு மேப்பிங் வடிவத்தில் (.gis) [218] உள்ளது. படம் 21(a) மற்றும் 21(b) அமெரிக்காவில் இரண்டு வெவ்வேறு தேதிகளில் பயிர் நிலை மற்றும் மன் ஈரப்பத பகுப்பாய்வுகளைக் காட்டுகின்றன.

8.3 தாவர நோய்கள்

ஒரு தாவரம் நோயால் பாதிக்கப்படும்போது, அதன் முக்கிய செயல்பாடுகள் மாற்றியமைக்கப்பட்டு சேதமடைகின்றன, இதனால் தனிநபர்களுக்கு தீங்கு விளைகிறது மற்றும் தாவர நிலைமைகளை அளவிடப் பயன்படுத்த உற்பத்தி மற்றும் தாவரங்களை எளியமாக்குகிறது. பல்வேறு தரவுத்தொகுப்புகளின் நல்ல ஆதாரமாக காகிள் உள்ளது. படம் 22 தாவர நோய் தரவுத்தொகுப்பிலிருந்து சில மாதிரி படங்களைக் காட்டுகிறது [219]. சேகரித்தல் மற்றும்

அட்டவணை 1: ஸ்மார்ட் வேளாண்மைக்கான தரவுத்தொகுப்புகள்.

தரவுத்தொகுப்பு	மூல	தரவுத்தொகுப்பு	இணைப்பு
		வடிவம்	
பயிர் மக்குல் & உற்பத்தி	USDA & NASS .php		
பயிர் நிலை & மண் ஈரப்பதம் பயிர்-CASMA		ஐஞ்சல்	
தாவர நோய்கள்	காகில்	.அறங்கி.	
மண் ஆரோக்கியம் & பண்புக்கலூர் NCSS		.எம்டிபி	
விவசாயத்தில் பூச்சிக்கொல்லி பயன்பாடு	யுள்ளினால்	.php, .txt	
விவசாயத்தில் நீர் பயன்பாடு	யுள்ளினால்	ஒலியம்	
நிலத்தடி நீர் நைட்ட்ரேட் மாக்காலி	யுள்ளினால்	பார்த்து கொடுக்க	
பேரிடர் பகுப்பாய்வு	USDA & NASS .png, .pdf		

இந்தத் தரவுகளைச் சேமிப்பது, பயிர்களில் ஏற்படும் நோய்களை மேம்படுத்தவும் தடுக்கவும் ஆய்வு செய்யவும், பயிற்சி அளிக்கவும், சோதிக்கவும் உதவும். தாவர நோய்களைக் கணித்தல் பயிர் மக்குல் மற்றும் உற்பத்தித்திறனை அதிகரிக்க முடியும். படம் 8.3 மாதுளை பழ தரவுத்தொகுப்பிலிருந்து சில மாதிரி படங்களைக் காட்டுகிறது [220].

படம் 24 சௌ முட்டைக்கோல் நோய் தரவுத்தொகுப்பிலிருந்து சில மாதிரி படங்களைக் காட்டுகிறது [221].

8.4 மண் ஆரோக்கியம் மற்றும் பண்புக்கலூர்கள்

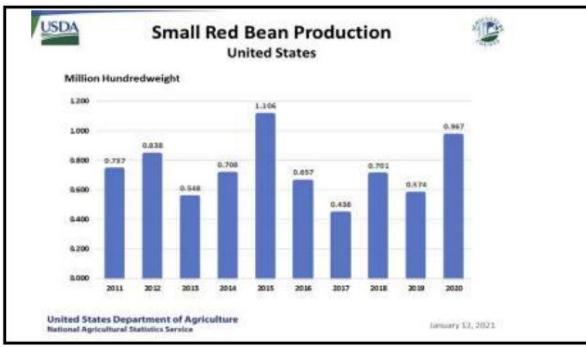
மண் பண்பு ஆய்வு என்பது ஒரு குறிப்பிட்ட பகுதியில் மண்ணின் பண்புகள் மற்றும் அம்சங்கள் குறித்த தகவல்களை வழங்கப் பயன்படுகிறது. பரப்பளவு, கணக்கெடுப்பில் விவசாயிகள், எஸ்டேட் முகவர்கள், ஆக்ஷியோருக்கு பயனளிக்கும் விரிவான விளக்கங்கள் மற்றும் மண் எல்லைகள் இருக்கலாம். மற்றும் பொரியாளர்கள்.

தேசிய கூட்டுறவு மண் ஆய்வு (NCSS) மண் வகைப்பாட்டிற்கான தரவுத்தன அறிக்கைகளை வழங்குகிறது [222] இதனுடன் மண் வகைப்பாட்டிற்கான பொதன் என். பொதன் என்பது மண்ணின் முப்பரிமாண அமைப்பாகும். இது விளக்க போதுமானது மண்ணின் உள் அமைப்பு மற்றும் ஆய்வக பகுப்பாய்விற்கான மாதிரிகளை சேகரிக்க இதைப் பயன்படுத்தலாம். ஓவ்வொரு வயலிலும் உள்ள மண் பண்புகள், அதாவது கிளைக்கவேடிய பாறைத் துண்டுகள், மொத்த அடர்த்தி, ஈரப்பதம், நீர் உள்ளடக்கம், கார்பன், உப்பு, pH, கார்பனேட்டுகள், பாஸ்பரஸ், களிமன், மணால் மற்றும் வண்டல் கரிமைவியல், மண்ணின் முதன்மை தரவு பண்புகளிலிருந்து பெறலாம். அறிக்ணைக்களைக் காணலாம் முதன்மை நாடு, மாநிலம் மற்றும் மாவட்ட விவரங்களைக் கொடுத்து நிரையில் அல்லது உரை கோப்புகளில் பதிவிறக்கம் செய்யலாம் [222].

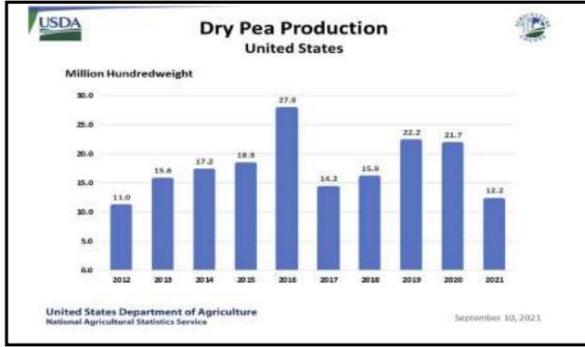
8.5 விவசாயத்தில் பூச்சிக்கொல்லி பயன்பாடு

விவசாயத்தில் பூச்சிக்கொல்லிகளின் முதன்மையான பயன்பாடு களைகள், பூச்சித் தாக்குதல்கள் மற்றும் பூஞ்சைகளைக் கட்டுப்படுத்துவதாகும். இருப்பினும், அதிகப்படியான பூச்சிக்கொல்லிகளின் பயன்பாடு மண்ணின் ஆரோக்கியத்திற்குத் தேவையான பிற நுண்ணுயிரிகளை அழித்து நிலத்தடி நீரின் தரத்தை குறைக்கும். அமெரிக்க புளிமியல் ஆய்வு (USGS) ஆண்டுதோறும் அமெரிக்காவில் பயன்படுத்தப்படும் பூச்சிக்கொல்லிகளின் அளவு குறித்த தரவுகளை சேகரிக்கிறது.

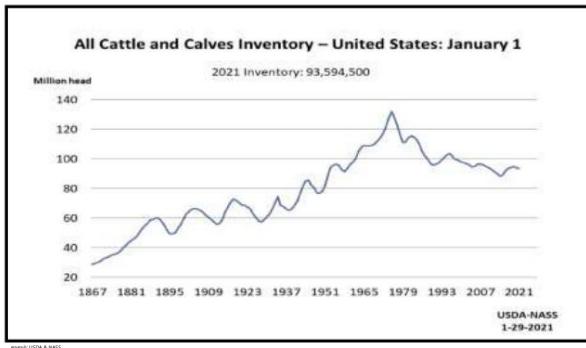
அட்டவணைகள், வரைபடங்கள் மற்றும் வரைபடங்களின் வடிவம் [223]. மதிப்பிடப்பட்ட பூச்சிக்கொல்லி பயன்பாட்டின் மிகவும் சுதந்திரிக்கப்பட்ட படத்தை வரைபடம் வழங்குகிறது. ஒரு சதுர மைலுக்கு பவுண்டுகள் என்ற அடிப்படையில் விவசாய நிலம், மற்றும் வரைபடங்கள் மில்லியன் பவுண்டுகளில் மதிப்பிடப்பட்ட பயன்பாட்டைக் காட்டுகின்றன. ஒவ்வொரு வருடமும் ஒவ்வொரு பயிர்.



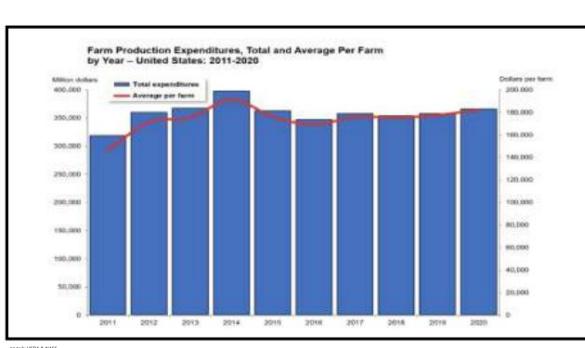
(அ) சிறிய சிவப்பு பீன் உற்பத்தி.



(ஆ) உலர் பட்டாணி உற்பத்தி.



(இ) அனைத்து பகுக்கள் மற்றும் கன்றுகளின் பட்டியல்.



(ஈ) பண்ணை உற்பத்தி செலவுகள்.

படம் 20: பயிர் மக்குல் மற்றும் உற்பத்தியைக் காட்டும் வரைபடங்கள் [217].

8.6 விவசாயத்தில் நீர் பயன்பாடு

விவசாயத்திற்கு நீர் அலவசியம், மேற்பாட்டு நீர் மற்றும் நிலத்தடி நீர் இரண்டும் மிக முக்கியமானவை மற்றும் விவசாயத்தில் பயன்படுத்தப்படுகின்றன [224]. மேற்பாட்டு நீர் இயற்கை ஆறுகள் மற்றும் ஏரிகளிலிருந்து உருவாகிறது; நிலத்தடி நீர் பூமியின் மேற்பாட்டிற்கு அடியில் பாறை, மன் மற்றும் மணல் விரிசல்களுக்கு இடையில் காணப்படுகிறது. USGS ஒவ்வொரு ஐந்து வருடங்களுக்கும் மொத்த நீர் பயன்பாட்டை சோகரித்து, ஒரு நாளைக்கு பில்லியன் கணக்கான கேலன்களில் புள்ளிவிவரங்களை புதுப்பிக்கிறது.

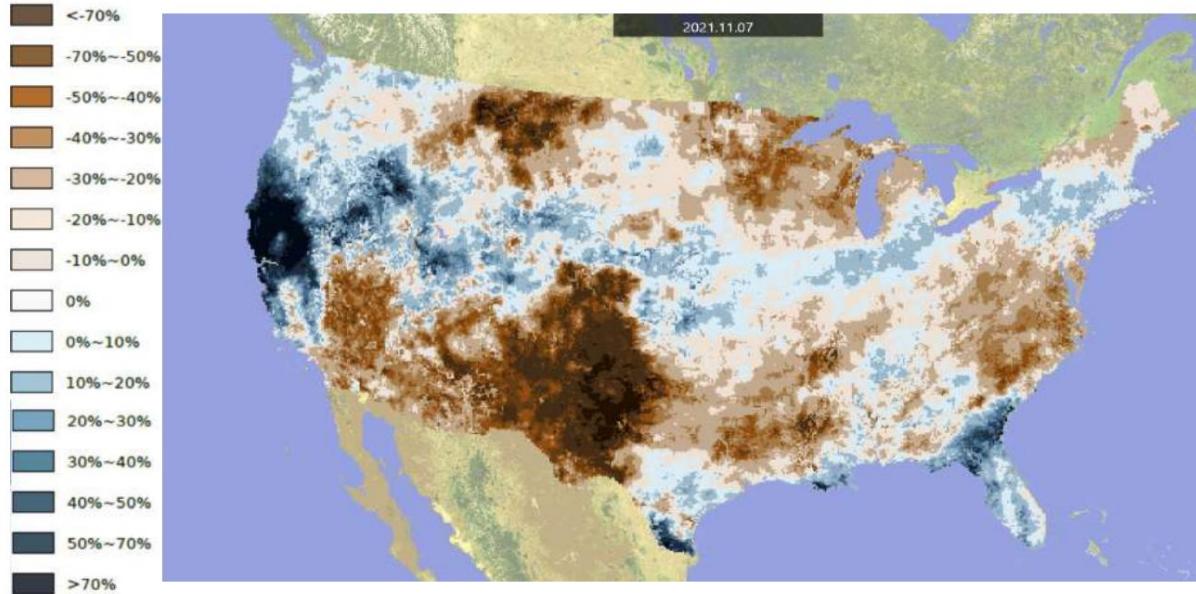
நீர்ப்பாசனம், கால்நடைகள் மற்றும் மீன்வளர்ப்பு உள்ளிட்ட விவசாயப் பகுதிகளில் நீர் பயன்பாடு அதிகமாக இருப்பதாக தரவு காட்டுகிறது [225].

8.7 நிலத்தடி நீர் நெட்ரேட் மாசுபாடு

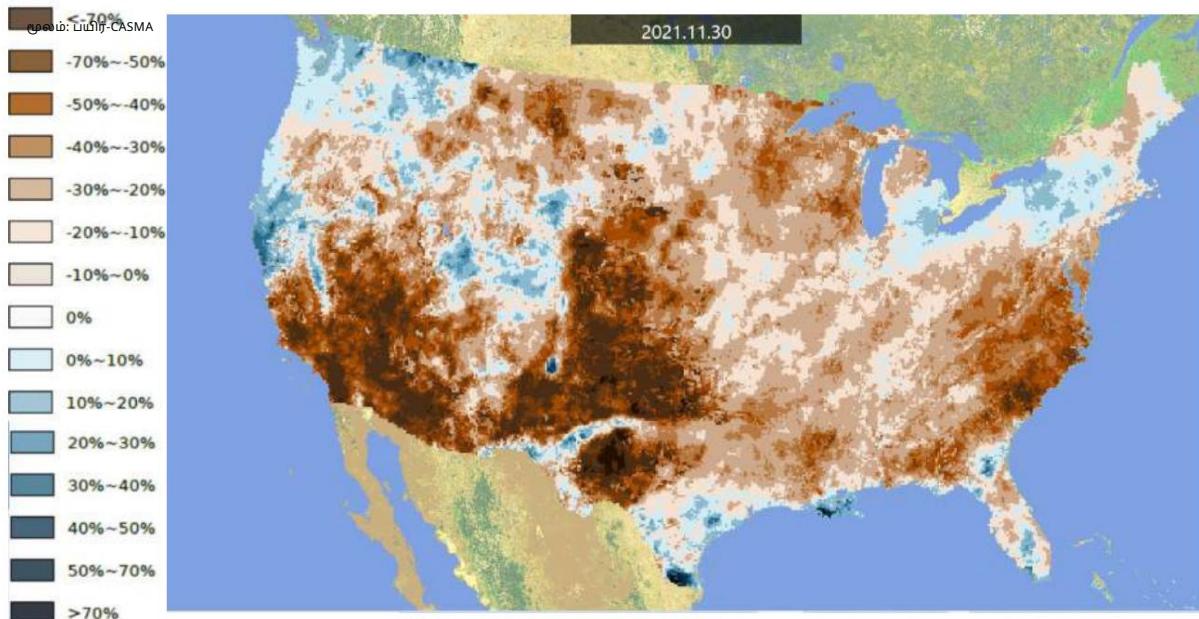
தாவரங்கள் மற்றும் பயிர்களின் வளர்ச்சிக்கு நெட்ரேட் முதன்மையான ஆதாரமாகும். இது பூமியில் இயற்கையாகவே நிகழும் நெட்ரஜனின் ஆக்ஸிஜனேற்றப்பட்ட வடிவமாகும், ஆனால் விரிவான விவசாயம் காரணமாக இது சிதற்க்கூடும். அத்தியாவசிய ஊட்டச்சத்துக்களால் மண்ணை நிரப்ப, விவசாயம் செய்யும் போது நெட்ரஜன் உரங்கள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. ஆயினும்கூட, இந்த நெட்ரேட்டுகள் உணவு, நிலத்தடி நீர் மற்றும் மேற்பாட்டு நீரில் நுழையும் போது முதன்மையாக நசக்தன்மையடையதாக இருக்கலாம். படம் 25 அமெரிக்கா முழுவதும் நிலத்தடி நீர் மாசுபடுவதற்கான வரைபடத்தைக் காட்டுகிறது. நாடு தழுவிய தரவுகளைச் சோகரித்து, USGS நிலத்தடி நீர் நெட்ரேட் மாசுபாட்டை மதிப்பிடுவதற்கான ஒரு மாதிரியை உருவாக்கியுள்ளது [226].

8.8 பேரிடர் பகுப்பாய்வு

நிச்சயமற்ற அபாயங்கள், மாறிவரும் நிலப்பரப்புகள் மற்றும் வெப்பநிலை ஆகியவற்றால் விவசாயம் அச்சுறுத்தல்களை எதிர்கொள்கிறது. பேரிடர்கள் ஏற்படும் முன் அவற்றை முன்னறிவிப்பது அவசியம், இதனால் விவசாயிகள் மோசமானவற்றுக்கு தயாராகி அதற்கேற்ப தீட்டப்படி முடியும். USDA மற்றும் தேசிய வேளாண் புள்ளிவிவர சேவை (NASS) ஆகியவை பேரிடர் பகுப்பாய்வு மதிப்பீடுகளுக்கான ஆராய்ச்சி ஆய்வை நிகழ்நேரத்தில் செயல்படுத்தியுள்ளன. தரவுத்தொகுப்புகளைச் சேகரிக்க, புலிசார் நுட்பங்கள் மற்றும் சென்சார்கள் பேரிடர்களை மதிப்பிடுவதற்கான நடைமுறையில் பயன்படுத்தப்படுகின்றன [227]. சென்டினல்-1 உதவியுடன் வெள்ளத்தைக் கண்காணிப்பதற்கான எடுத்துக்காட்டு ஆய்வுகளில் ஒன்றான செயற்கை துளை ரேடார் [228] இல் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.



(அ) நவம்பர் 07, 2021 தேதியிட்டது



(ஆ) நவம்பர் 30, 2021 தேதியிட்டது

படம் 21: ஆமெரிக்காவில் பயிர் நிலை மற்றும் மன்ன ஈர்ப்பதம் [218].



(அ) ஆரோக்கியமான தாவர இலைகள் - ஆப்பிள், உருளைக்கிழங்கு மற்றும் பீச் (இடமிருந்து வலமாக)



(ஆ) பாதிக்கப்பட்ட தாவர இலைகள் - சிரங்கு நோயால் பாதிக்கப்பட்ட ஆப்பிள், பிள் கருகல் நோயால் பாதிக்கப்பட்ட உருளைக்கிழங்கு, மற்றும் பாக்ஸிரியா புள்ளி நோயால் பாதிக்கப்பட்டனவ. பீச் (இடமிருந்து வலமாக)

படம் 22: தாவர நோய் தரவுத்தொகுப்பிலிருந்து மாதிரி படங்கள் [219].



(அ) தரம் 1 இன் வெவ்வேறு தரங்களின் மாதுளைகள் (இடமிருந்து வலமாக - தரம் 1, தரம் 2, தரம் 3)



(ஆ) வெவ்வேறு தரங்களின் மாதுளைகள் 4 (இடமிருந்து வலமாக - தரம் 1, தரம் 2, தரம் 3)

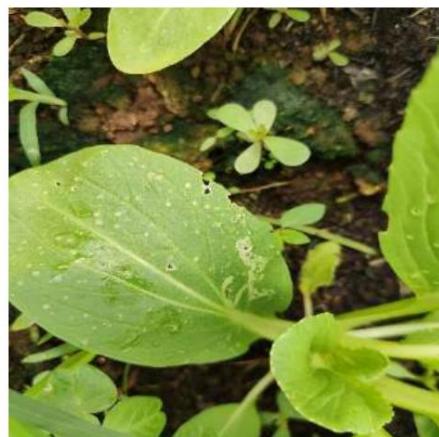
படம் 23: மாதுளை பழ தரவுத்தொகுப்பு [220].



(அ) ஆரோக்கியமான சீன கேபேஜ் மூலம்



(ஆ) முதல் அந்தப்படிச்சியால் பாதிக்கப்பட்டது

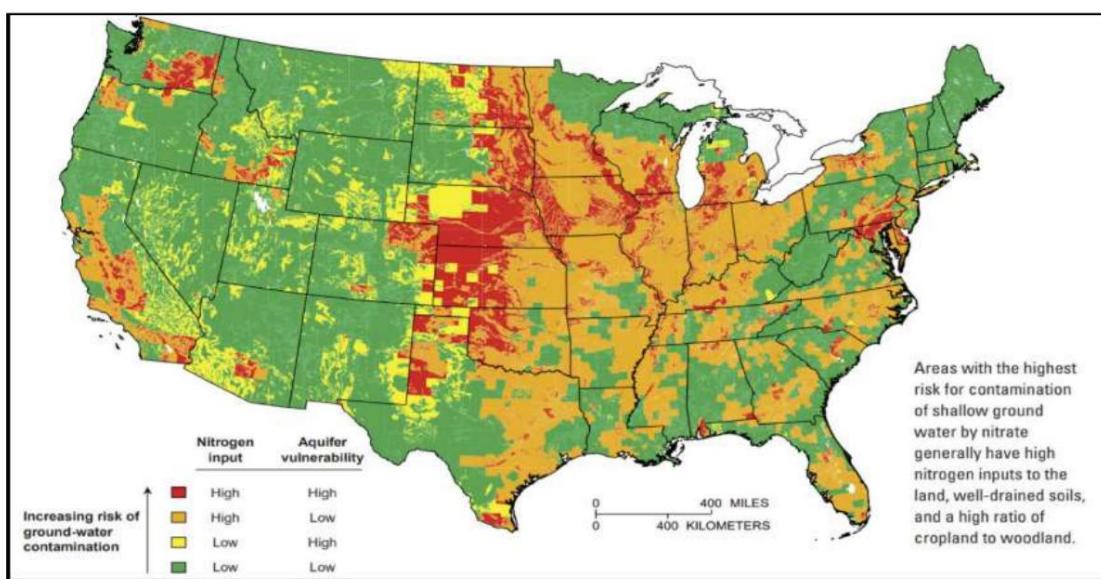


(இ) இலை கருங்கப் பூச்சியால் பாதிக்கப்பட்டது



(ஈ) பூஞ்சை காளான் நோயால் பாதிக்கப்பட்டது

படம் 24: சீன முட்டைக்கோஸ் நோய் தரவுத்தொகுப்பு [221].



மூலம்: யூனிஸிடெட் ஸ்டேட்ஸ் புலியியல் ஆய்வு (USGS)

படம் 25: நிலத்தடி நீர் மாசுபாடு [226].

9 ஸ்மார்ட் வேளாண்மை திறந்த ஆராய்ச்சி சிக்கல்கள்

இந்தப் பகுதியில் வேளாண்மை 4.0 மற்றும் வேளாண்மை 5.0 ஆகியவற்றின் திறந்த ஆராய்ச்சி சிக்கல்களைப் பற்றி விவாதிக்கிறோம். ஆராய்ச்சி மையத்தைப் பொறுத்து அவற்றை இரண்டு முக்கிய துணைக் குழுக்களாகப் பிரிக்கலாம்.

9.1 தொழில்நுட்பக் கண்ணோட்டம்

முன்னர் குறிப்பிட்டது போல, ஸ்மார்ட் வேளாண்மை பல்வேறு சவால்களை எதிர்கொள்கிறது. புதிய மற்றும் ஏற்கனவே உள்ள தொழில்நுட்பகளை மாற்றியமைப்பதன் மூலம் இந்த சவால்களை எதிர்கொள்ள வேண்டும். இதுவரை பெரும்பாலான ஸ்மார்ட் வேளாண்மை AI மாதிரிகள் கிளையுட் அடிப்படையிலானவை, கிளாவுட்-எட்டு அடிப்படையிலானவை அல்லது கிளாவுட்-ஃபாக்-எட்டு அடிப்படையிலானவை. வண்பொருள் முன்னேற்றும் கணினி முன்னுதாரண மாற்றத்தை அதிகரித்துள்ளது. IoT சாதனங்களில் நுண்ணிவைச் சேர்ப்பது புதிய போக்கு [229]. வெற்றிகரமான, தடையற்ற விவசாய அமைப்பு செயல்பாடுகளில் நெட்வோர்க் கைடெக்கும் தன்மை, தாமதம் மற்றும் அலைவரிசை இனி தடைகள் அல்ல. இது ஆராய்ச்சிக்கான புதிய வழியைத் திறக்கிறது. ஸ்மார்ட் வேளாண்மையில் எட்டு AI என்பது ஒரு பரந்த பகுதி இது எதிர்காலத்தில் ஒரு பரப்பான தலைப்பாக இருக்கும். படம் 26 தொழில்நுட்ப குழுலில் பல்வேறு திறந்த ஆராய்ச்சி சிக்கல்களைக் காட்டுகிறது. பின்வரும் துறைகளில் ஆராய்ச்சி அதிக நம்பிக்கையை அளிக்கிறது:

- குறைந்த சக்தி மற்றும் குரிய சக்தியில் இயங்கும், குறைந்த தாமதம் கொண்ட
- TinyML சாதனங்கள். • குறைந்த சக்தி கொண்ட IoT சாதனங்களுக்கு ஏற்ற குறைந்த கணக்கீட்டு முடிவு
- முறைகள். • தீவிர வெப்பநிலையில் இயங்கக்கூடிய சென்சார்
- தொழில்நுட்பங்கள். • தரவு சுருக்கத்திற்கான தரவு பகுப்பாய்வு
- முறைகள். • AI/ML மாதிரிகளுக்கான அளவீடு மற்றும் கத்தரித்தல் நுட்பங்கள்.
- மேற்பார்வை செய்யப்படாத மற்றும் அரை மேற்பார்வையிடப்பட்ட
- கற்றல் முறைகள். • நிகழ்நேர தரவு பகுப்பாய்வு
- மற்றும் முடிவு. • சென்சார் தரவுகளுடன் பொது தரவுத்தொகுப்பு உருவாக்கம்.
- UAV எடுக்கப்பட்ட பட தரவுத்தொகுப்பு.
- பயிர் வயலுக்கான வெவ்ப மற்றும் அகச்சிவப்பு பட தரவுத்தொகுப்பு.

ஆராய்ச்சிப் பகுதிகள் இவற்றுடன் மட்டும் நின்றுவிலில்லை. பிளாக்செயின் அடிப்படையிலான தரவு தனியிருமை மற்றும் ஒருமைப்பாடு மற்றும் சேவை அடிப்படையிலான ஸ்மார்ட் விவசாயப் பயன்பாடுகள் ஆகியவை நிங்கள் பணியாற்ற வேண்டிய பிற பகுதிகள்:

- மாறாத தரவு சேமிப்பு வழிமறைகளில் கவுசம் செலுத்தும் வகையில், Blockchain மேம்படுத்தப்பட்ட IoT பயன்பாடுகள். • கணக்கீட்டு வளம்,
- வடிவமைப்பு நேரம் மற்றும் ஆற்றல் திறன் ஆகியவற்றை மேம்படுத்துதல்.

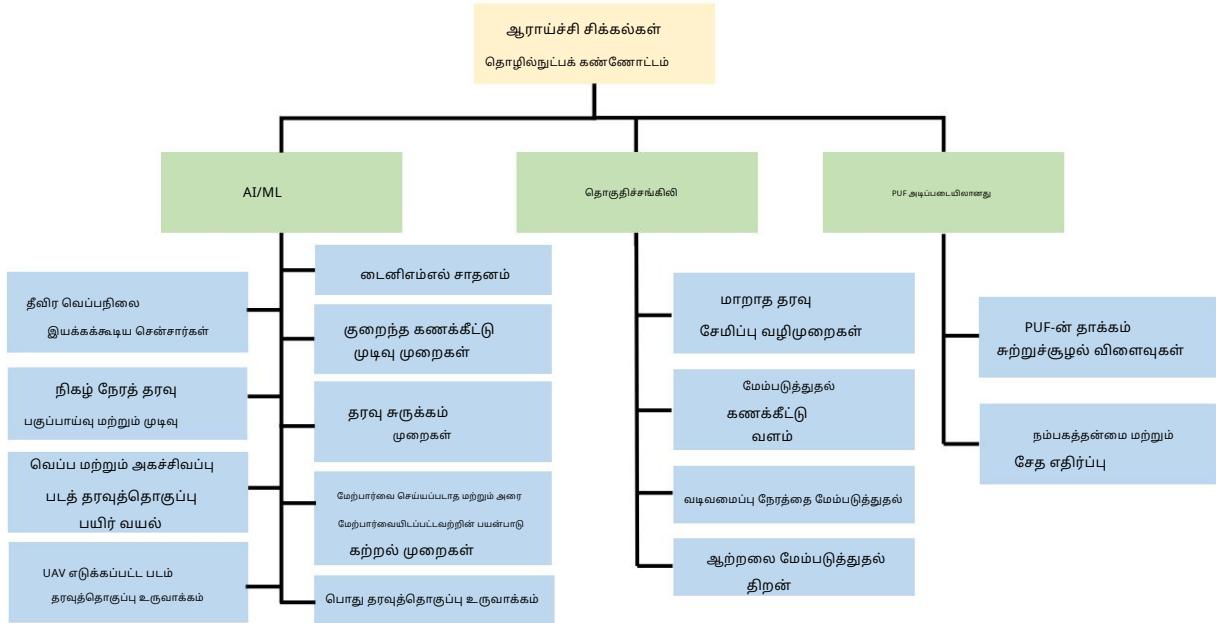
நிலையான ஸ்மார்ட் விவசாயத்திற்கான ஆராய்ச்சியின் மற்றொரு பரந்த பகுதி வண்பொருள் பாதுகாப்பு ஆகும். விவசாயத்தில் ஒவ்வொரு IoT சாதனத்தின் செயல்பாடும் பயன்பாடுகளும் தனித்துவமானது. வண்பொருள் கைரேகை [230, 231] ஆக இருக்கும் PUF பற்றிய ஆராய்ச்சி ஒரு முக்கியமான ஆராய்ச்சிப் பகுதியாகும்:

- மழைப்பொழிவு, பூச்சிக்கொல்லிகள், உரங்கள் மற்றும் இரசாயனங்கள் போன்ற சுற்றுச்சூழல் பாதிப்புகளுக்கு PUF இன் உணர்திறன். • இந்த வண்பொருள் பாதுகாப்பு தொகுதிகளின் நம்பகத்தன்மை மற்றும் சேத எதிர்ப்பு.

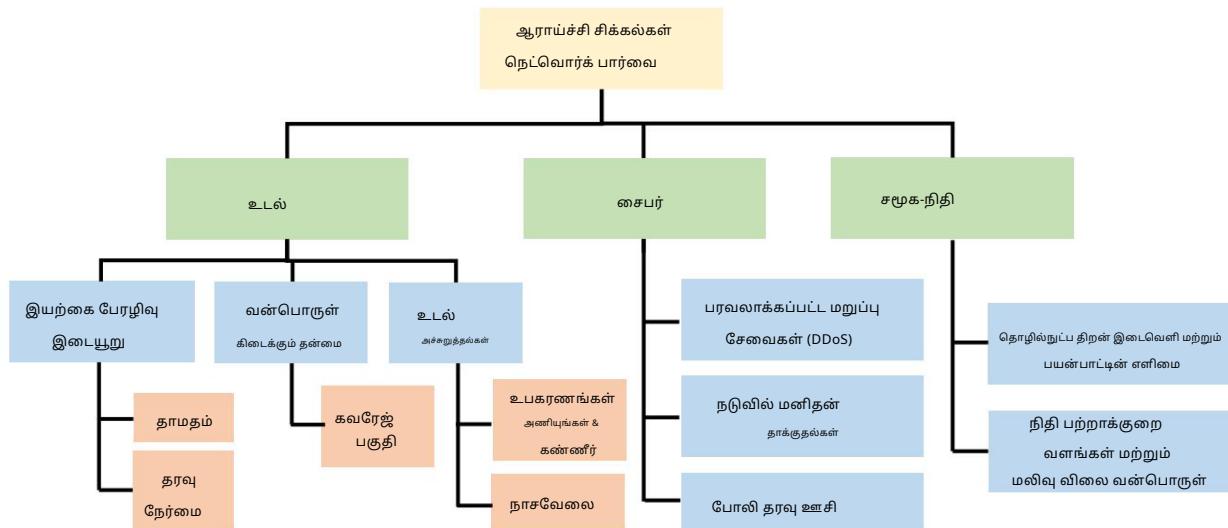
9.2 நெட்வோர்க் பார்வை

நெட்வோர்க் கூறு என்பது ஸ்மார்ட் விவசாயத்தின் மிக முக்கியமான அம்சமாகும், இது தொலைதூர சாதனங்களை ஒன்றோடொன்று இணைக்கவும் தரவு பரிமாற்றத்தை சாத்தியமாக்கவும் பல்வேறு தகவல் மற்றும் தொழில்நுட்பங்களை (ICT) பயன்படுத்துகிறது. வரையறுக்கப்பட்ட வள IoT சாதனங்களுக்கான வளரும் நிலை பாதுகாப்பற்ற நெட்வோர்க் கூறுக்கு நெறிமுறைகள் பல்வேறு பாதுகாப்பு அச்சுறுத்தல்களுக்கு வழிவகுத்துள்ளன. கவனிக்கப்பட வேண்டிய ஆராய்ச்சி சிக்கல்களின் வகைப்பாடு படம் 27 இல் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.:

- இயற்கை பேரழிவுகளின் போது செயல்படக்கூடிய மாற்று நெட்வோர்க்கிள் பாதைகளை வழங்குதல். • நெட்வோர்க் கூறுக்கூடுகள்
- அனுபவிக்கும் போது கூட நிகழ்நேர தரவு செயல்பாடுகளை அதிகரிப்பதற்கான நுட்பங்கள் அதிக அளவு பரிவர்த்தனைகள்.
- தரவு தனியிருமை மற்றும் பாதுகாப்பு சவால்களை நிர்வகிக்க வலுவான மற்றும் வள-திறமையான நுட்பங்கள் இன்னும் தேவைப்படுகின்றன. • கிடைக்கக்கூடிய வண்பொருளின் பயன்பாட்டை அதிகரிக்கவும், குருட்டுப் புள்ளிகளைத் தவிர்க்க கவரேஜ் பகுதியை அதிகரிக்கவும் திறமையான நெட்வோர்க் கோபாலஜிகள் தேவை. • குறைந்தபடச் செயல்மானம் மற்றும் கிழிவுடன்
- நெட்வோர்க் கூறுக்கான அம்சமாகப் பராமரிப்பதற்கான செலவு-திறமையான முறைகள் சவாலங்கள்.



படம் 26: ஸ்மார்ட் விவசாயத்தில் நெட்வோர்க் மற்றும் தொடர்பு சவால்கள்.



படம் 27: ஸ்மார்ட் விவசாயத்தின் நெட்வோர்க் மற்றும் தொடர்பு சவால்கள்.

- எதிரிகளால் ஏற்படும் நாசவேலைகள் போன்ற உடல் ரதியான சேதங்களை நிவரித்தி செய்வதற்கான தடுப்பு நுட்பங்கள் மிகவும் தேவை.
- DDos போன்ற நெட்வொர்க் அச்சுறுத்தல்களைத் தவிர்ப்பதற்கு நெட்வொர்க்கில் சரியான ரூட்டிங் நுட்பங்களைப் பயன்படுத்துவது ஆர்வமுள்ள ஒரு பகுதியாக இருக்கலாம்.
- திறமையான குறியாக்க நுட்பங்கள் மற்றும் வண்பொருள் உதவி அங்கீகாரம் போன்ற அங்கீகார வழிமுறைகள் பல்வேறு பாதுகாப்பு அச்சுறுத்தல்களைத் தவிர்க்க நெட்வொர்க் அடுக்கில் சேர்க்கப்படுவது மிகவும் அவசியம்.
- இந்த தொழில்நுட்பம் ஆராய்ச்சியாளர்களுக்கு ஆர்வமுள்ள பகுதிகளாக இருக்கலாம், ஏனையில் பயன்பாட்டின் எளிமை மற்றும் சரிசெய்தல் வழிமுறைகள் விவசாயிகளுக்காக உருவாக்கப்பட்டது.
- நெட்வொர்க் உபகரணங்கள் விலை உயர்ந்தவை, இதனால் நெட்வொர்க்கிங் வண்பொருளை மலிவு விலையில் வழங்குவது தொழில்நுட்பத்தை மேலும் மேம்படுத்தும்.
- ஸ்மார்ட் விவசாயத்தில் பரந்த பயன்பாடுகளில் ஏற்றுக்கொள்ளப்பட்டது.

10 முடிவுகள் மற்றும் எதிர்கால திசைகள்

இன்றைய உலகில், தரமான உணவு நமது நோய் எதிர்ப்பு சுத்தியை அதிகரிப்பதால், "உணவு உங்கள் மருந்தாக இருக்கட்டும்" என்பதை நாம் எப்போதும் விட அதிகமாக மதிக்கிறோம். ஆராய்ச்சி விவசாயம், உணவுப் பாதுகாப்பு மற்றும் உணவு விநியோகச் சங்கிலி ஆசியை மிகவும் பொருத்தமானதாகின்டன. இந்தக் கட்டுரை ஒரு விரிவான கணக்கெடுப்பை வழங்குகிறது ஸ்மார்ட் விவசாயத்தில் நடந்து வரும் ஆராய்ச்சி போக்குகள். இது சவால்கள் மற்றும் திறந்த ஆராய்ச்சிக்கான சமீபத்திய தொழில்நுட்ப போக்குகளைப் பற்றி விவாதிக்கிறது. இந்த துறையில் உள்ள சிக்கல்கள். தொழில்நுட்பங்கள், சவால்கள் மற்றும் ஆராய்ச்சி குறித்த ஒட்டுமொத்த யோசனையை இந்தப் பணி வழங்கும் என்று ஆசிரியர்கள் நம்புகிறார்கள். புத்திகாலித்தனமான விவசாயத்தில் உள்ள சிக்கல்கள்.

தகவல் தொடர்பு தொழில்நுட்பத்தின் விரைவான வளர்ச்சியுடன் தொழில்நுட்ப முனைந்தற்கும் பாரம்பரிய விவசாயத்தை ஒரு ஸ்மார்ட்டாக மாற்றியுள்ளது, அறிவுரைந்த, தானியங்கி விவசாயம், நிலையான, மசையான விவசாயத்தை அறிமுகப்படுத்துவதன் மூலம் ஸ்மார்ட் விவசாயம் விவசாயம், பூச்சிக்கொல்லிகள் மற்றும் உரங்களின் பயன்பாட்டைக் குறைத்தல் மற்றும் இயங்க வளங்களின் பயன்பாட்டை மேம்படுத்துவத் விவரவில் விவசாயம் தொழில்துறையினர் வேளாண்மை 5.0 [232] ஜ வரவேற்கும். இது அமைப்பை சுற்றுச்சூழலுக்கு ஏற்றவாறு வைத்திருக்கும் அதே வேளாண்யில் வினைச்சலை அதிகரிக்கும்.

வளர்ந்த நாடுகளைப் போலவே வளரும் நாடுகளும் அதே போக்கைப் பின்பற்றும். மனிதகுலம் உற்பத்தியை ஏற்றுக்கொள்ளும். மற்றும் முன் எப்போதும் இல்லாத அளவுக்கு பொருளாதார ரதியாகவும் குழலியல் ரதியாகவும் திறமையான முறையில் உணவு விநியோகம் [233].

சருக்கெழுத்துக்களின் பட்டியல்

A-CPS வேளாண் சைபர்-இயற்பியல் அமைப்புகள்.	7
ANN அரிசிபியல் நியூரல் நெட்வொர்க்குகள்.	7
AI செயற்கை நுண்ணனியிலு.	1
BD பிக் டேட்டா BRT	2
அதிகரித்த பின்னடை மரங்கள் CNN	17
கனவல்யூஷனல் நியூரல் நெட்வொர்க்குகள்.	15.
CFS தொடர்பு அடிப்படையிலான அம்சத் தேர்வு.	
பயிர்-CASMA பயிர் நிலை மற்றும் மன்ன ஈரப்பத பகுப்பாய்வு.	
CPS சைபர்-பிசிகல் சிஸ்டம்ஸ்.	7
DDos விநியோகிக்கப்பட்ட சேவை மறுப்பு.	
DLT டிஸ்ட்ரிபியூட்டட் லெஜ்ஜர் தொழில்நுட்பம்.	1
தின்னன் டெப் நியூரல் நெட்வொர்க்குகள்.	17
DoS சேவை மறுப்பு.	20.
EDC எட்ஜ் தரவு மையங்கள்.	20.
EPCS மின்னனு தயாரிப்பு குறியீடு தகவல் சேவைகள்.	
ஆர்ப்பி நிறுவன வள திட்டமிடல்.	
FL ஃப்பலி லாஜிக்.	7
GPRS தரை ஊட்டிருவும் ரேடார் சேவைகள்.	6.
ஐபிபிள்ள குளோபல் பொசிஷனிங் சிஸ்டம்.	10.
GRU கேட்டட் ரிகரண்ட் யூனிட்.	17
H-CPS ஹெல்த்கேர் சைபர்-பிசிகல் சிஸ்டம்ஸ்.	7
ஐ.சி.தி தகவல் மற்றும் தொடர்பு தொழில்நுட்பங்கள்.	29.
IoT தொழில்துறை இணைய விழியங்கள்.	11
IoAT வேளாண் பொருட்களின் இணையம்:	7
மருத்துவ விசியங்களின் IoMT இணையம்.	7
IoT இன்டர்நெட் ஆஃப் திங்ஸ்.	2

ஜபிளப்ளஸ் இன்டர்பிளான்ட்டரி கோப்பு முறைமை.	15.	
LPWAN குறைந்த சக்தி கொண்ட பரந்த பகுதி வலையமைப்பு.	17	
LSTM நீண்ட குறுகிய கால நினைவாற்றல்.	6.	
LTE நீண்டகால பரிணாமம்.	14	
M2M இயந்திரத்திலிருந்து இயந்திரம்	MAC மீடியா அனுகல் கட்டுப்பாடு.	1
NB-IoT குறுகிய அலைவரிசை IoT.	6.	
NASS தேசிய வேளாண் புள்ளிவிவர சேவை.	25.	
NCSS தேசிய கூட்டுறவு மண் கணக்கெடுப்பு.	24 முடிபு.	
NFC அருகிலுள்ள புலத் தொடர்பு.	6.	
NVDI இயல்பாக்கப்பட்ட வேறுபாடு தாவர குறியீடு	10.	
P2P பாயின்ட்-டிபாயின்ட்.	17	
PBFT நடைமுறை பைசன்டைன் தவறு சகிப்புத்தன்மை	21 முடிபு.	
PoS பங்குச் சான்று.	20.	
PoW வேலைச் சான்று.	20.	
PUF இயற்பியல் குளோன் செய்ய முடியாத செயல்பாடுகள்.	1	
RFID ரேடியோ அதிர்வெண் அடையாளம் காணல்.	6.	
RMSE ரூட் சராசரி சதுரப் பிழை	14	
RNN மீண்டும் மீண்டும் நிகழும் நரம்பியல் வலையமைப்பு.	17	
RPN பிராந்திய முன்மொழியு வலையமைப்பு.	21 முடிபு.	
SDN மென்பொருள்-வரையறுக்கப்பட்ட நெட்வோர்க்கிங்.	19.	
SIL குரிய பூச்சிக்கொல்லி விளக்குகள்.	14	
SPoF ஒற்றைப் புள்ளி-தோல்வி SSD	19.	
ஒற்றை விதை இறங்கு SVM	14	
ஆதரவு திசையன் இயந்திரங்கள் UAV	2	
ஆளில்லா வான்வழி வாகனங்கள்.	USDA அமெரிக்க வேளாண்மைத் துறை.	5.
USGS அமெரிக்க புவியியல் ஆய்வு.	24 முடிபு.	
WSN வயர்லெல் சென்சார் நெட்வோர்க்.		

குறிப்புகள்

- [1] ஐ.நா. அறிக்கை. <https://www.un.org/devFelopment/desa/en/news/population/world-population-prospects-2019.html>.
- [2] ஒரு அறிக்கை: உணவு. <https://www.un.org/en/global-issues/food>.
- [3] யுனிசெஃப் WFP FAO, IFAD மற்றும் WHO. மலிவு விலையில் ஆரோக்கியமான உணவு முறைகளுக்கான உணவு முறைகளை மாற்றுதல். 2020.
- [4] உலக அரசாங்க உச்சி மாநாடு. <https://www.worldgovernmentsummit.org/api/publications/document?id=95df8ac4-e97c-6578-b2f8-ff0000a7ddbc6> இன் தலைப்பு.
- [5] யே வியு, சியாவோயுவான் மா, வீ. ஷா, கெர்ஹுார்ட் பெர்ஸ் ஹான்கே, மற்றும் அட்னான் எம். அபு-மஹில்பெளாஸ். தொழில்துறை 4.0 முதல் விவசாயம் 4.0: தற்போதைய நிலை, செயல்படுத்தும் தொழில்நுட்பங்கள் மற்றும் ஆராய்ச்சி சவால்கள். தொழில்துறை மீதான IEEE பரிவர்த்தனைகள் தகவலியல், 17(6):4322-4334, ஜூன் 2021. doi:10.1109/tii.2020.3003910.
- [6] சர்ஜா பி மொஹந்தி. வேளாண்மை சார்ந்த இணையம் (Ioat) ஸ்மார்ட் விவசாயத்தை உருவாக்குகிறது. IEEE நுகர்வோர் மின்னணு இதழ், 10(4):4-5, 2021.
- [7] அகமது கட்டாப், அகமது அப்தெல்கவாட், மற்றும் குமார் பெல்மார்த்தி. மேக அடிப்படையிலான ஜெடியின் வடிவமைப்பு மற்றும் செயல்படுத்தல். துல்லிய விவசாயத்திற்கான திட்டம். 28வது சர்வதேச மைக்ரோ எலக்ட்ரானிக்ஸ் மாநாட்டின் (ICM) நடவடிக்கைகளில், பக்கங்கள் 201-204, 2016. doi:10.1109/ICM.2016.7847850.
- [8] அப்துல்லா நா மற்றும் வில்லியம் ஜக்க. ஜெடி குழுவில் மனிதனை மையமாகக் கொண்ட விவசாய மாதிரியை உருவாக்குதல். இல் விஷயங்கள் மற்றும் பயன்பாடுகளின் இணையம் (IOTA) குறித்த சர்வதேச மாநாட்டின் நடவடிக்கைகள், பக்கங்கள் 292-297, 2016. doi:10.1109/IOTA.2016.7562740.

- [9] ஆண்ட்ரோஸ் வில்லா-ஹூனரிக்சன், கரேத் டிசி எட்வர்ட்ஸ், வியிசா ஏ பெசோவென், ஓலே கிரீன், மற்றும் கினாஸ் ஏஞ் க்ரோன் சோரன்சென். விவசாயத்தில் இணையப் பொருட்கள்: செயல்படுத்தல், பயன்பாடுகள், சவால்கள் மற்றும் சாத்தியக்கூறுகள். உயிரியல் அமைப்புகள் பொறியியல், 191:60-84, 2020.
- [10] பிரான்சிஸ்கோ ஜேவியர் ஃபெரான்டஸ்-பாஸ்டர், ஜூவான் மானுவல் கார்சியா-சமிசோ, மரியோ நீட்டோ-ஹிடால்கோ, ஜேரோனிமோ மோரா-பாஸ்குவல் மற்றும் ஜோஸ் மோரா-மார்டினென். இணையப் பொருட்களைப் பயன்படுத்தி எங்கும் நிறைந்த சென்சார் நெட்வோர்க் தளத்தை உருவாக்குதல்: துல்லியமான விவசாயத்தில் பயன்பாடு. சென்சார்கள், 16(7):1141, 2016.
- [11] மானக் குப்தா, மஹாமூத் அப்தெல்லாம், சஜாத் கோர்சந்த்ரூ, மற்றும் சதிப் மிட்டல். ஸ்மார்ட் ஃபார்மிக்சில் பாதுகாப்பு மற்றும் தனியுரிமை : சவால்கள் மற்றும் வாய்ப்புகள். IEEE அணுகல், 8:3456-3458, 2020. doi:10.1109/ACCESS.2020.2975142.
- [12] பிரான்சிஸ்கோ ஜேவியர் ஃபெரான்டஸ்-பாஸ்டர், ஜூவான் மானுவல் கார்சியா-சமிசோ, மரியோ நீட்டோ-ஹிடால்கோ மற்றும் ஜோஸ் மோரா-மார்டினென். இணைய குழலில் பரவலாக்கப்பட்ட கணினி கட்டமைப்பைப் பயன்படுத்தி துல்லியமான விவசாய வடிவமைப்பு முறை. சென்சார்கள், 18(6):1731, 2018.
- [13] பார்த்தா பிரதிம் ரே. ஸ்மார்ட் விவசாயத்திற்கான இணையம்: தொழில்நுட்பங்கள், நடைமறைகள் மற்றும் எதிர்கால திசை. சுற்றுப்புற நுண்ணவிலு மற்றும் ஸ்மார்ட் குழல்களின் இதழ், 9(4):395-420, 2017. [14] ஓ கோக்சல் மற்றும் பெட்டி டெக்கினெர்டோகள். அயோட் அடிப்படையிலான [15] கால்நடை உணரிகள். <https://www.precisionag.com/in-field-technologies/sensors/using-iot-to-increase-efficiency-> காத்தைகளுக்கான உற்பத்தித்திறன்.
- [16] பயிர் வயல் உணரிகள். <https://extensionpublications.unl.edu/assets/html/g2296/build/g2296.htm>.
- [17] ஒத்தமேன ஃப்பிரிஹா, முகமது அமீன் ஃபெராக், வீ ஷா, வியாண்ட்ரோஸ் மாக்லாராஸ் மற்றும் சியாவோசான் வாங். ஸ்மார்ட் விவசாயத்தின் எதிர்காலத்திற்கான விளையங்களின் இணையம்: வளர்ந்து வரும் தொழில்நுட்பங்களின் விரிவான ஆய்வு. IEEE/CAA ஐர்னல் ஆஃப் ஆட்டோமேட்டிகா சினிகா, 8(4):718-752, 2021. doi:10.1109/JAS.2021.1003925.
- [18] டி.ஒ. விர்சாத், புனம் காம்ப்ளோ, ரோகினி மானே, அஷ்வினி கோலாப், மற்றும் ஆர்.எஸ். மோர். ஆற்டுமீனோவைப் பயன்படுத்தி ஜூடி அடிப்படையிலான ஸ்மார்ட் கிரீன்ஹவுஸ் ஆட்டோமேஷன். கணினி அறிவியல் மற்றும் தொழில்நுட்பத்தில் புதுமையான ஆராய்ச்சிக்கான சர்வதேச இதழ், 5 (2):234-238, 2017.
- [19] மானவ் மெஹாரா, சமீர் சக்சேனா, கரேஷ் சங்கரநாராயணன், ரி ஜோ ஜாக்சன் டாம், மற்றும் எம் வீரமணிகண்டன். ஆழமான நரம்பியல் வலையமைப்புகளைப் பயன்படுத்தி அயோட் அடிப்படையிலான வைடுமையை அமைப்பு. விவசாயத்தில் கணினிகள் மற்றும் பின்னணுவியல், 155:473-486, 2018.
- [20] டிரான் அன் கோலா, மை மின் மேன், டான்-ஓய் நூபென், வாண்டக் நூபென், மற்றும் நூபென், மற்றும் நூபென் ஜோங் நாம், ஜூடி மல்டி-சென்சார்களைப் பயன்படுத்தி ஸ்மார்ட் விவசாயம்: ஒரு புதுமையான நீர்ப்பாசன மேலாண்மை அமைப்பு. சென்சார் மற்றும் ஆக்சோவெட்டர் நெட்வோர்க்குகளின் இதழ், 8(3): 45, 2019.
- [21] ஷதாத்ரு பிபாஷா பில்லாஸ் மற்றும் எம் தாரிக் இக்பால். குறைந்த விலை esp32 மைக்ரோகண்ட்ரோலரைப் பயன்படுத்தி குரிய நீர் பம்பிங் அமைப்பு கட்டுப்பாடு. IEEE கனடிய மின் மற்றும் கணினி பொறியியல் மாநாட்டின் (CCECE) செயல்முறைகளில், பக்கங்கள் 1-5. IEEE, 2018.
- [22] சுதங்கிடி பெளமிக், பிகரம் பில்லாஸ், மந்திரா பில்லாஸ், அனுப் டே, சுபாஷிஸ் ராய், மற்றும் கீர்த் குமார் சர்க்கார். செங்குத்து விவசாயத்தில் அயோட்-செயல்படுத்தப்பட ஸ்மார்ட் விவசாயத்தின் பயன்பாடு. தொடர்பு, சாதனங்கள் மற்றும் நெட்வோர்க்கிங் முனைநிறங்கள், பக்கங்கள் 521-528. ஸ்பிரிங்கர், 2019.
- [23] டெர்டில் ஏ அலி, விராஜ் சோக்சி மற்றும் மதுகர் பி போட்டார். விழுதியங்களின் பக்கமை இணையத்தைப் பயன்படுத்தி துல்லிய விவசாய கண்காணிப்பு அமைப்பு (ஐ-ஐ-ஐ). பின்னணுவியல் மற்றும் தகவலியலில் போக்குகள் குறித்த வெது சர்வதேச மாநாட்டின் (ஐசிகிஇஜ்) செயல்முறைகளில், பக்கங்கள் 481-487. ஜிஇதீ, 2018.
- [24] ஜேஏ லோபஸ்-ரிக்வெல்மே, என் பாவோன்-புலிடோ, எச் நவரோ-ஹூவின், எஃப் சோட்டோ-வால்ஸ் மற்றும் ஆர் டோரஸ்-சான்செஸ். துல்லியமான விவசாயத்திற்கான ஃபார்ம் வேர் கிளவுட்டை அடிப்படையாகக் கொண்ட ஒரு மென்பொருள் கட்டமைப்பு. விவசாய நீர் மேலாண்மை, 183:123-135, 2017.
- [25] டிக்ஸிலிஸ் எல் பெஹ்ரனாண்டஸ்-ரோஜாஸ், டியாகோ எம் பெர்னாண்டஸ்-கார்டேஸ், பவலா ஃப்ராகா-லாமாஸ், மற்றும் கார்லோஸ் கீடோமோதி சாட்சா. பயன்பாடுகளில் பிளஸ்டி பிக்கங்கள் மூலம் பன்முகத்தன்மை கொண்ட உணர்தலுக்கான இலக்குக் கெந்திமுறைகளின் குடும்பத்தின் வடிவமைப்பு மற்றும் நடைமறை மதிப்பீடு. சென்சார்கள், 18(1):57, 2018.
- [26] மில்லியன் மஃபுடா, மார்கோ ஜென்னாரோ, அன்டோயின் பகுலா, கிரஹாம் ஆல்ட், ஹாரி கோம்பாச்சிகா மற்றும் திமோதி சாட்சா. மலாலியில் துல்லியமான விவசாயத்திற்காக வயர்வெல்ஸ் சென்சார் நெட்வோர்க்கிங் வெற்றிகரமான பயன்பாடு. சர்வதேச விநியோகிக்கப்பட்ட சென்சார் நெட்வோர்க்குகளின் இதழ், 9(5):150703, 2013.
- [27] ரவி கிளேஷார் கோடலி, விள்கால் ஜெயின், மற்றும் சுமித் கர்க்கவால். ஜூடி அடிப்படையிலான ஸ்மார்ட் கிரீன்ஹவுஸ். ஜூடி இதீ செயல்முறைகளில் பிராந்தியம் 10 மனிதாபிமான தொழில்நுட்ப மாநாடு (R10-HTC), பக்கங்கள் 1-6. IEEE, 2016.
- [28] டகோய் கே ஹம்பிரீதா மற்றும் ஏரிச் கிறில் ஹாப்பாக்கர், ரீச் தொழில்நுட்பத்தைப் பயன்படுத்தி "ஸ்மார்ட்" வயர்வெல்ஸ் மன் கண்காணிப்பு சென்சார் முன்மாதிரியில் உருவாக்கம். மேலாண்மையில் பயன்பாட்டு பொறியியல், 21(1):139-143, 2005.

- [29] ஸ்வென் பீட்ஸ், சிபி காஸ்பரின், டிடிபிள்யூகே பிளாக்பர்ஸ், மற்றும் ஆர்ஜே காட்வின். வேளாண் வேதிப்பொருட்களை அடையாளம் கண்டு சரிபார்ப்பதற்கான RFID குறிக்சொற்கள். உணவு கண்டறியும் முறைகளில். துல்லிய வேளாண்மை, 10(5):382-394, 2009.
- [30] லூயிஸ் ரூயிஸ்-கார்சியா மற்றும் லோரெடானா லுனாடேய. விவசாயத்தில் RFID இன் பங்கு: பயன்பாடுகள், வரம்புகள் மற்றும் சவால்கள். வேளாண்மையில் கணினிகள் மற்றும் மின்னணுவியல், 79(1):42-50, 2011.
- [31] ஏ.ஜே. ஸ்ஜேலாலாண்டர், ஜே.ஏ. தாமசன், ரூயிசியு குய், மற்றும் ஓய். பருத்தி தொகுதிகளின் வயர்வெலஸ் கண்காணிப்பு. பகுதி 2: தானியங்கி இயந்திர அடையாளம் மற்றும் அமைப்பு சோதனை. விவசாயத்தில் கணினிகள் மற்றும் மின்னணுவியல், 75(1):34-43, 2011.
- [32] ஜார்ஜ் வெல்லிடிஸ், மைக்கேல் டக்கர், கால்வின் பெர்ரி, கிரேக் க்லியன் மற்றும் சி பெட்னார்ஸ். நீர்ப்பாசனத்தை திட்டமிடுவதற்கான நிகழ்நேர வயர்வெலஸ் ஸ்மார்ட் சென்சார் வரிசை, விவசாயத்தில் கணினிகள் மற்றும் மின்னணுவியல், 61(1):44-50, 2008.
- [33] வென்ஜூ ஜாவோ, ஷங்வே லின், ஜிலெவன் ஹான், ரோங்டாவ் சூ, மற்றும் லு ஹாஷ். லோராவை அடிப்படையாகக் கொண்ட ஸ்மார்ட் பாசன அமைப்பின் வடிவமைப்பு மற்றும் செயல்படுத்தல். IEEE குளோப்காம் பட்டறைகளின் செயல்முறைகள் (GC Wkshps), பக்கங்கள் 1-6. IEEE, 2017.
- [34] கியூசெப் ஃப்ராசி, ஏஞ்சலோ ரசிட்டி, சாண்டி ரிஸோ மற்றும் ஜியோவாளி ஸ்கெம்ப்ரா. கிராமப்புறங்களில் ஆஸில்லா வான்வழி கண்காணிப்புக்கான 5 ஜி தளம் : வடிவமைப்பு மற்றும் செயல்திறன் சிக்கல்கள். நெட்வொர்க் மென்பொருள்மயமாக்கல் மற்றும் பட்டறைகள் (நெட்சாஃப்ட்) குறித்த 4வது IEEE மாநாட்டின் செயல்முறைகளில், பக்கங்கள் 237-241. IEEE, 2018.
- [35] அகமது அலஹமதி, தாமி அல்வாஜி, வாசகி மோகனன், மற்றும் ரஹ்மத் புதியார்டோ. விவசாய இணையத்திற்கு எப்போதும் சிறந்த இணைப்புடன் கூடிய வயர்வெலஸ் சென்சார் நெட்வொர்க். 5G நெட்வொர்க்குதான்துடன் விஷயங்களின் இணையத்தை மேம்படுத்துதல், பக்கங்கள் 176-201. IGU குளோபல், 2018.
- [36] படம்: Freepik.com.
- [37] கியலியானோ விட்டாலி, மேட்டியோ பிராண்சியா, மேட்டியோ கோல்ப்ரெஸ்லி மற்றும் மெளரிசியோ கனவாரி. IoT உடன் பயிர் மேலாண்மை: ஒரு இடைநிலை ஆய்வு. வேளாண்மை, 11(1):181, ஜூன்வரி 2021. doi:10.3390/agronomy11010181.
- [38] கே பால்கிருஷ்ணா, எஸ்என் நேந்தராவதி, மற்றும் கே ஹர்ஷ்திதா. விவசாய பயன்பாட்டிற்கான நிகழ்நேர மன்ன கண்காணிப்பு அமைப்பு . இன்டர்நேஷனல் ஜர்னல் ஆஃப் இன்ஜினியரிங் சயின்ஸ் அண்ட் கம்ப்யூட்டிங், 6(5):2016, 2016.
- [39] ஜா யாவோ-வின், ஜாங் காவோ-கியாங், ஜா லீ மற்றும் கு ஜின். nRF24101 ஜ் அடிப்படையாகக் கொண்ட வயர்வெலஸ் மல்டி-பாயின்ட் வெப்பநிலை பரிமாற்ற அமைப்பின் வடிவமைப்பு . 2011 இல் வணிக மேலாண்மை மற்றும் மின்னணு தகவல் குறித்த சர்வதேச மாநாடு. IEEE, மே 2011. doi:10.1109/icbmei.2011.5920375.
- [40] ஜெங் மா மற்றும் ஜீங் பான். வயர்வெலஸ் சென்சார் அடிப்படையிலான விவசாய சுற்றுச்சூழல் தகவல் சேகரிப்பு அமைப்பு நெட்வொர்க். 2012 IEEE உலகளாவிய உயர் தொழில்நுட்ப காங்கிரஸ் ஆன் எலக்ட்ரானிக்ஸ், பக்கங்கள் 24-28, 2012.
- [41] என் ராதா மற்றும் ஆர் ஸ்வாதிகா. ஒரு பாலிலுமல்லு: CNN ஜூப் பயன்படுத்தி தாவர கண்காணிப்பு மற்றும் நோய்கள் கண்டறிதல். செயற்கை நூண்ணறிவு மற்றும் ஸ்மார்ட் அமைப்புகள் (ICAIS) பற்றிய சர்வதேச மாநாட்டின் செயல்முறைகளில், பக்கங்கள் 966-971, 2021. doi:10.1109/ICAIS50930.2021.9395847.
- [42] காஞ்சனா எஸ். விவசாயத்தில் ஜீடி: ஸ்மார்ட் ஃபார்மிங். கணினி அறிவியல், பொறியியல் மற்றும் தகவல் தொழில்நுட்பத்தில் சர்வதேச அறிவியல் ஆராய்ச்சி இதழ், பக்கங்கள் 181-184, நவம்பர் 2018. doi:10.32628/cseit183856.
- [43] சுதீர் குமார் ந்கோதாது. மன் சென்சார் மற்றும் ஜீலெஸ்ஸ் பயன்படுத்தி வானிலை அடிப்படையிலான ஸ்மார்ட் நீர்ப்பாசன அமைப்பு. சமூக நலனுக்கான ஆராய்ச்சி மற்றும் புதுமைகளில் எதிர்கால போக்குகள் குறித்த உலக மாநாட்டின் நடவடிக்கைகள் (தொடக்க மாநாடு), பக்கங்கள் 1-3, 2016. doi:10.1109/STARTUP.2016.7583991.
- [44] ஒலுக்பெங்கா கயோட் ஒக்டென் மற்றும் கென்னடி ரிச்மன்ட் அஃபியா. ஆண்ட்ராய்டுடன் கூடிய ஸ்மார்ட் பாசன அமைப்பு-IEEE AFRICON இன் செயல்முறைகள். தொலைதூர பதிவு மற்றும் கட்டுப்பாடு IEEE, செப்டம்பர் 2019. அடிப்படையிலானது. doi:10.1109/africon46755.2019.9133953.
- [45] யூ. வாங், ஜி யோங், ஜாவோப்பீபெங் சென், ஷையுவான் ஜெங், ஜியாய் ஜாவாக் மற்றும் ஜியாஜியா லியு. ஒரு அறிவார்ந்த கால்நடை உற்பத்தி கண்காணிப்பு மற்றும் மேலாண்மை அமைப்பின் வடிவமைப்பு . IEEE 7வது தரவு சார்ந்த கட்டுப்பாடு மற்றும் கற்றல் அமைப்புகள் மாநாட்டின் (DDCLS) செயல்முறைகளில் . IEEE, மே 2018. doi:10.1109/ddcls.2018.8516021.
- [46] ராஜேந்திர பி. சிஷேஷாடியா, ராம் எஸ். ரே, மற்றும் சுதீர் கே. சி.ஏ. துல்லிய விவசாயத்தில் தொலை உணர்தலின் பயன்பாடுகள்: ஒரு மதிப்பாய்வு. ரி.மோட் சென்சிங், 12(19):3136, செப்டம்பர் 2020. doi:10.3390/rs12193136.
- [47] ஜாஸ்பர் டெபோ, பிரெண்டா டிப்பா, தியோ உடெய்க்வே, யால்ஸ் எமெண்டாக் மற்றும் ஜோஷ் லோஃப்படன். துணை சுழாரா ஆப்பிரிக்காவில் பயிர் மேலாண்மைக்கு தரை அடிப்படையிலான ரி.மோட் சென்சார்களின் பயன்பாடு. வேளாண் அறிவியல் இதழ், 4:175-, ஜூன்வரி 2012. doi:10.5539/jas.v4n3p175.
- [48] தாமஸ் ஜாக்சன். மன் நீர் மாதிரியாக்கம் மற்றும் தொலை உணர்தல். IEEE புவி அறிவியல் மற்றும் தொலை உணர்தல் பரிவர்த்தனைகள், GE-24(1):37-46, ஜூன்வரி 1986. doi:10.1109/tgrs.1986.289586.
- [49] ரவி கிஷேஷார் கோடலி, விஷால் ஜெயின் மற்றும் சுமித் கரக்வால். IoT அடிப்படையிலான ஸ்மார்ட் கிரீன்ஹவுஸ். IEEE பிராந்தியம் 10 மனிதாபிமான தொழில்நுட்ப மாநாட்டின் (R10-HTC) செயல்முறைகளில், பக்கங்கள் 1-6, 2016. doi:10.1109/R10-எச்டிசி.2016.7906846.
- [50] பிரத்யும்ணா கே தீரிபாதி, அஜயா கே தீரிபாதி, அதீதி அகர்வால், மற்றும் சரஜா பி மொஹந்தி. மைக்ரீன்: நிலையான விவசாயத்திற்கான ஜீடி-செயல்படுத்தப்பட்ட ஸ்மார்ட் கிரீன்ஹவுஸ். ஜிஇதீ இருக்கோர் மின்னணு இதழ், 2021.

- [51] பனகி யோடிஸ் ராடோக்லோ-கிராமதிகள், பனகி யோடிஸ் சரிஜியானிடிஸ், தாமஸ் லகாஸ் மற்றும் அயோனிஸ் மோஸ்கோவியோஸ். துல்லியமான விவசாயத்திற்கான UAV பயணபாடுகளின் தொகுப்பு. கணினி நெட்வோர்க்குகள், 172:107148, மே 2020. doi:10.1016/j.comnet.2020.107148.
- [52] ஒத்தமனே ஃப்ரிஹிமா, முகமது அமீன் ஃப்ரெகாக், லீ ஷா, வியாண்ட்ரோஸ் மாக்லாராஸ் மற்றும் சியாவோசான் வாங். ஸ்மார்ட் வேளாண்மையின் எதிர்காலத்திற்கான இணையம்: வளர்ந்து வரும் தொழில்நுட்பங்களின் விரிவான ஆய்வு. IEEE/CAA ஐர்னல் ஆஃப் ஆட்டோமேட்டிகா சினிகா, 8(4):718-752, ஏப்ரல் 2021. doi:10.1109/jas.2021.1003925.
- [53] ஆனந்தவல்லி முனியசாமி. ஸ்மார்ட் விவசாயத்திற்கான இயந்திர கற்றல்: பாலைவன விவசாயம் குறித்த கவனம். 2020 ஆம் ஆண்டு கணினி மற்றும் தகவல் தொழில்நுட்பம் குறித்த சர்வதேச மாநாட்டில் (ICCIT-1441). IEEE, செப்டம்பர் 2020. doi:10.1109/iccit-144147971.2020.9213759.
- [54] ரவி கோர்வி மற்றும் உதவி பேராசிரியர். இணையம் சார்ந்த விஷயங்களுடன் ஸ்மார்ட் விவசாயத்தின் எதிர்காலம். தகவல் தொழில்நுட்பம் மற்றும் அதன் பயன்பாடுகள் இதழ் 2, ஏப்ரல் 2017.
- [55] ஸ்வெர்ட் ஜே மூர்ஜெட், கார்ஸ் கே வெலிங்டன், பிரையன் ஜே கில்மோர் மற்றும் கார்லோஸ் வல்லெஸ்பி. பழத்தோட்டங்களை தானியங்கிப்படுத்துதல்: பழத்தோட்ட பராமரிப்புக்கான தன்னாட்சி டிராக்டர்களின் அமைப்பு. IEEE சர்வதேச அறிவார்ந்த ரோபோக்கள் மற்றும் அமைப்புகளின் மாநாட்டின் செயல்முறைகளில், விவசாய ரோபாட்டிகள் குறித்த பட்டறை, 2012.
- [56] அஹ்மத் விர்க், மெஹ்முத் அவி நூர், சஜித் ஃப்ரியாஸ், சதாம் ஹாசைன், ஹைஸ் ஹாசைன், முசம்மல் ரெஹ்மான், முஹம்மது அஹ்மசன் மற்றும் வெய் மா. ஸ்மார்ட் ஃபார்யிங்: ஒரு கண்ணோட்டம், பக்கங்கள் 191-201. 02 2020. ஐ.எஸ்.பி.என் 978-3-030-37793-9. டோய்:10.1007/978-3-030-37794-6_10.
- [57] இசகோவிக் ஹாரிஸ், அலெக்சாண்டர் ஃபார்யிங், ஹாகாஸ் புன்சென்பெர்கர் மற்றும் ராடு க்ரோசு. CPS/IoT சுற்றுச்சூழல் அமைப்பு: உட்புற செங்குத்து விவசாய முறை. 2019 இல் IEEE 23வது சர்வதேச நூக்ரவோர் தொழில்நுட்பங்கள் பற்றிய கருத்தரங்கு (ISCT). IEEE, ஜூன் 2019. doi:10.1109/isce.2019.8900974.
- [58] Msafiri Mbaga. ஓமானில் உணவுப் பாதுகாப்பை மேம்படுத்த நிலையான பாலைவன விவசாயத்தின் வாய்ப்புகள். இணக்கம்: நிலையான வளர்ச்சி இதழ் 13:44-59, ஜூன் 2015.
- [59] ஆர். வித்யா மற்றும் கே. வளர்மதி. IoT ஜீப் பயன்படுத்தி வைட்ட்ரோபோனிக்ஸ் பண்ணைகளின் தானியங்கி கண்காணிப்பு குறித்த கணக்கெடுப்பு. 3வது சர்வதேச தொடர்பு மற்றும் மின்னணு அமைப்புகள் மாநாட்டின் (ICCES) நடவடிக்கைகளில். IEEE, அக்டோபர் 2018. doi:10.1109/cesys.2018.8724103.
- [60] செங்குத்து வேளாண்மை. <https://mbc.studentlife.umich.edu/2021/04/23/urban-farming-the-introduction-of-vertical-farming/>.
- [61] எஸ். ரேவதி மற்றும் எஸ். சத்ய பிரியா. விவசாயிகளுக்கான பிளாக்கெயின் அடிப்படையிலான உற்பத்தியாளர்-நுகர்வோர் மாதிரி. கணினி, தொடர்பு மற்றும் சமிக்கனு செயலாக்கம் குறித்த 4வது சர்வதேச மாநாட்டின் (ICCCS) நடவடிக்கைகளில். IEEE, செப்டம்பர் 2020. doi:10.1109/icccsp49186.2020.9315214.
- [62] மிகுவல் பிள்ளேரா காரோ, மஹம்மது சலேக் அவி, மாசிமோ வெச்சியோ, மற்றும் ரஃபேல் கியாலிப்ரெடா. வேளாண் உணவு விநியோகச் சங்கிலி மேலாண்மையில் பிளாக்கெயின் அடிப்படையிலான சுவடு திறன்: ஒரு நடைமுறை செயல்படுத்தல். IoT செங்குத்து மற்றும் மேற்பூச்சு வேளாண் உச்சிமாநாட்டின் நடவடிக்கைகள் - டஸ்கனி (IOT டஸ்கனி). IEEE, மே 2018. doi:10.1109/iot-tuscany.2018.8373021.
- [63] ஜூன்யோங் லியு., மான்சின் சாய், யூ சியாங், ஜின் ஜாங், சி கோ, யூபோ லியு., , மற்றும் மற்றும். ஸ்மார்ட் விவசாயத்தை நோக்கிய மின் அமைப்புகளின் சுத்தமான ஆற்றல் நூக்ரவ: சாலை வரைபடம், தட்டகள் மற்றும் தொழில்நுட்பங்கள். CSEE ஜூன் ஆஃப் பவர் அண்ட் எனர்ஜி சிஸ்டம்ஸ், 4(3):273-282, செப் 2018. doi:10.17775/cseejpes.2017.01290.
- [64] சல்வத் குமார் ராம், சவுவாக்ய ரஞ்சன் சாஹரி, பானி பந்தனா தாஸ், கமலகாந்த மகாபத்ரா, மற்றும் சரஜா பி. மோஹந்தி. நிலையான IoT-க்கான பாதுகாப்பான வயதாள-இடிப்புணர்வு குரிய-ஆற்றல் அறுவடை பொருள். நிலையான கணினியில் IEEE பரிவர்த்தனைகள், 6(2):320-333, ஏப்ரல் 2021. doi:10.1109/tsusc.2020.2987616.
- [65] கை ஹாவாங், லீ ஷா, கைவியாங் லி, லிடேன் யாங், குவாங்ஜி ஹாங், சியாவோசான் வாங் மற்றும் சைமன் பியர்சன். அடுத்த தலைமுறை ஸ்மார்ட் விவசாயத்தை உணர்ந்து கொள்வதற்கான விஷயங்களின் ஓளிமின்னழுத் த விவசாய இணையம். IEEE அணுகல், 8:76300- 76312, 2020. doi:10.1109/access.2020.2988663.
- [66] அல்பேஷ் தேசாய், இந்திரஜித் முகோபாத்யாய் மற்றும் அபிஜித் ரே. விவசாய சமூகத்தில் நிலையான கிராமப்புற மின்மயமாக்கலுக்கான குரிய PV ஸ்மார்ட் மைக்ரோகிரிட்டின் தொழில்நுட்ப-பொருளாதார-சுற்றுச்சூழல் பகுப்பாய்வு. IEEE 48வது ஓளிமின்னழுத் த நிபுணர்கள் மாநாடு (PVSC), 2021 இன் செயல்முறைகளில். doi:10.1109/pvsc43889.2021.9518454.
- [67] மகுமே எப்ராஹிமி, ஆம்லெசெட் கெலாட்டி, எம்மா நொகோகி, அரோன் கொண்டோரோ, டயானா ருவேகாசிரா, இமெட் பென் தெள, வில்லே தஜாமா, மற்றும் ஹான்னு டென்ஹானென். செரிட் உருவாக்கம்: சவாஸ், கல்வி, ஆராய்ச்சி, புதுமை மற்றும் "ஸ்மார்ட் மைக்ரோகிரிட்டின் குழலில்" பயன்படுத்தல். IST-ஆப்பிரிக்கா வார மாநாடு (IST-ஆப்பிரிக்கா), 2019 இன் செயல்முறைகளில். doi:10.23919/istafrica.2019.8764845.
- [68] டேஸ் எவன்ஸ். இணையத்தின் அடுத்த பரிணாமம் எல்லாவற்றையும் எவ்வாறு மாற்றுகிறது. 2011.
- [69] ஃபிராங்க் கோர்பன், பிலிப் லூபெட்-மவுண்டி, ஜாக் ஜேசு ஃபோர்யினர் மற்றும் அசியா ட்ரியா. வேகமான SEM இமேஜிங்கை அடிப்படையாகக் கொண்ட உயர் செயல்திறன் கொண்ட வள்பொருள் ட்ரோஜன் கண்டறிதல் நூட்பம். ஜேரோப்பாவில் வடிவமைப்பு, ஆட்டோமேஷன் மற்றும் சோதனை மாநாடு & கண்காட்சியில் (DATE). IEEE மாநாட்டு வெளியீடுகள், 2015. doi:10.7873/date.2015.1104.

- [70] பூர்வாம் சங்கரன், எஸ். சிவசங்கர், மற்றும் கே. நிம்மி. LHPUF: இணையத்தில் மேம்படுத்தப்பட்ட பாதுகாப்பிற்கான இலகுரக கலப்பின PUF . ஸ்மார்ட் எலக்ட்ரானிக் சிஸ்டம்ஸ் (ISES) (முன்னர் INIS) பற்றிய IEEE சர்வதேச கருத்தரங்களின் செயல்முறைகளில் , 2018. doi:10.1109/ises.2018.00066.
- [71] மிங் டாங், மைக்கிங் லூவோ, ஜான்ஸிபெங் சோ, ஜென் யாங், ஜிபெங் குவோ, ஃபீ யான் மற்றும் விவாங் வியு. ஒரு உண்மையான குழ்நிலையில் பக்கவாட்டு சேனல் தாக்குதல்கள். சிங்குவா அறிவியல் மற்றும் தொழில்நுட்பம், 23(5):586-598, அக்டோபர் 2018. doi:10.26599/tst.2018.9010047.
- [72] ஹூாங்கில் ஜூ, யோங்சங் ஜியோன் மற்றும் ஜியோங்னியோ கிம். ஸ்மார்ட் சாதனங்களுக்கான வன்பொருள் அடிப்படையிலான பாதுகாப்பு தீர்வுகள் குறித்த ஒரு ஆய்வு . செயல்முறைகள் சர்வதேச கணக்கீட்டு அறிவியல் மற்றும் கணக்கீட்டு நுண்ணிலி மாநாடு (CSCI), 2015. doi:10.1109/csci.2015.105.
- [73] ரஜத் சுப்ரா சக்ரவர்த்தி மற்றும் ஸ்வருப் பூர்வா. வடிவமைப்பு தெளிவின்மையின் ஒரு புதிய பயன்பாட்டின் மூலம் வன்பொருள் ட்ரோஜனுக்கு எதிரான பாதுகாப்பு. கணினி உதவி வடிவமைப்பு குறித்த சர்வதேச மாநாட்டில் - ஜிசிசிரடி. ஏசிள் பிரஸ், 2009. doi:10.1145/1687399.1687424.
- [74] E. Kougiannos VP Yanambaka BK Baniya VKV Bathalapalli, SP Mohanty மற்றும் B. Rout. ஸ்மார்ட் விவசாயத்தில் நிலையான சைபர் பாதுகாப்பிற்கான PUF அடிப்படையிலான அனுகுமுறை. OITS சர்வதேச தகவல் தொழில்நுட்ப மாநாட்டின் (OCIT), 2021 இன் நடவடிக்கைகள், ஏற்றுக்கொள்ளப்பட்டது, பத்திரிகைகளில்.
- [75] ஏபெல் ரோட்டிக்ஸ் டி ஸா கான்செப்சியன், ரிக்கார்டோ ஸ்டைபெனல்லி மற்றும் டேனியல் டிரின்செரோ. நிலையான விவசாயத்தில் உயர்-வரையறை கண்காணிப்புக்கான தகவமைப்பு வயர்வெலஸ் சென்சார் நெட்வோர்க்குதல். வயர்வெலஸ் சென்சார்கள் மற்றும் சென்சார் நெட்வோர்க்குகள் (WiSNet) பற்றிய செயல்முறைகள் IEEE தலைப்பு மாநாட்டில், 2014. doi:10.1109/wisnet.2014.6825511.
- [76] யிங் ஜாங். வயர்வெலஸ் சென்சார் நெட்வோர்க்களின் முனை அமைப்பின் வடிவமைப்பு மற்றும் டிஜிட்டல் விவசாயத்தில் அதன் பயன்பாடு. கணினி விநியோகிக்கப்பட்ட கட்டுப்பாடு மற்றும் நுண்ணிலி சுற்றுச்சூழல் கண்காணிப்பு குறித்த சர்வதேச மாநாடு , 2011 இல். doi:10.1109/cdciem.2011.371.
- [77] ஜி. சாகித்யா, என். பாலாஜி, மற்றும் சி.டி. நாய்டு. ஸ்மார்ட் விவசாயத்திற்கான வயர்வெலஸ் சென்சார் நெட்வோர்க். பயன்பாட்டு மற்றும் தத்துவார்த்த கணினி மற்றும் தொடர்பு தொழில்நுட்பம் (ICATCC) தொடர்பான 2வது சர்வதேச மாநாட்டில், 2016. doi:10.1109/icatcc.2016.7912049.
- [78] ஃபேன் யாங், ஃி தொ, கை ஹ்ராவாங், கைலியாங் வி, குவாங்ஜி ஹான் மற்றும் யே வியு. குரிய பூச்சிக்கொல்லி விளக்குகள் இணையத்தில் பகிரவு அமைப்புகள் முனை வரிசைப்படுத்தல் உத்தி. IEEE இணையம் தீங்ஸ் ஜர்னல், 7(11):11223-11237, நவம்பர் 2020. doi:10.1109/jiot.2020.2996514.
- [79] துல்லிய விவசாய சவால்கள்.
- [80] மின் சென், ஷிவென் மாவோ மற்றும் யுன்ஹாவோ வியு. பெரிய தரவு: ஒரு கணக்கெடுப்பு. மொபைல் நெட்வோர்க்குகள் மற்றும் பயன்பாட்டு மற்றும் அமைப்புகள், 15(1):11-19, 2015.
- [81] கிரிஜன் பாப்பே, ஜாக் வோல்பர்ட், சி. என். வெர்டோல் மற்றும் ஆலன் ரென்விக். பெரிய தரவு கணக்கெடுப்பு. மொபைல் நெட்வோர்க்குகள் மற்றும் பயன்பாட்டு மற்றும் பயன்பாட்டு மொபைல்கள். பன்னைகொள்கை இதழ், 12(1):11-19, 2015.
- [82] Sjaak Wolfert, Lan Ge, Cor Verdouw மற்றும் Marc-Jeroen Bogaardt. ஸ்மார்ட் விவசாயத்தில் பெரிய தரவு - ஒரு மதிப்பாய்வு. விவசாயம் அமைப்புகள், 153:69-80, 2017.
- [83] C Kempenaar, C Lokhorst, EJB Bleumer, RF Veerkamp, Th Been, FK van Evert, MJ Boogaardt, L Ge, J Wolfert, CN Verdouw, et al. உணவுப் பாதுகாப்பு என்ற கருப்பொருளில் தீட்டத்தின் முடிவுகள்: ஸ்மார்ட் விவசாயத்திற்கான பெரிய தரவு பகுப்பாய்வு. தொழில்நுட்ப அறிக்கை, வாகனிங்கள் பல்கலைகழகம் & ஆராய்ச்சி, 2016.
- [84] டி நுபெயன் கியா, வி கிங்கிங், ஜே பெனா குரால்டா, ஜாவோ ஜீ, ஹன்னு டென்ஹானென் மற்றும் டோமி வெஸ்ட்ரலண்ட். ஸ்மார்ட் ஃபார்மிங் ஜீட்ஜியில் எட்ஜ் ஏஜ்: லோராவுடன் விளிமில் சீனன்னஸ் மற்றும் மூடுப்பெரி கம்பியூட்டிங். IEEE AFRICON இன் செயல்முறைகளில், பக்கங்கள் 1-6. ஜிஇஇ, 2019.
- [85] <https://blog.isa.org/whats-the-difference-between-industry-40-industry-50>.
- [86] விஷால் தினேஷ்குமார் சோனி. மின்வரைக்கத்தில் செயற்கை நுண்ணிலி வளர்ந்து வரும் பாத்திரங்கள். சர்வதேச போக்கு இதழ் அறிவியல் ஆராய்ச்சி மற்றும் மேம்பாட்டில், 4(5):223-225, 2020.
- [87] ஸ்டெபன் ஸ்ட்ரோம்பியர் மற்றும் ஃபிராங்கா பியாஸ்ஸா. மனித வள மேலாண்மையில் செயற்கை நுண்ணிலி நுட்பங்கள் - ஒரு கருத்தியல் ஆய்வு. பொறியியல் மேலாண்மையில் நுண்ணிலி நுட்பங்கள், பக்கங்கள் 149-172. ஸ்பிரிங்கர், 2015.
- [88] அலகானந்த மித்ரா, சரஜா பி. மொஹந்தி, பீட்டர் கோர்கோரன் மற்றும் எலியாஸ் கூகியானோஸ். வலுவான தானியாங்கி முக அங்கீகார அமைப்புகளை உருவாக்க ஆழமான-உருவாக்கப்பட்ட ஆழமான போலி படங்களைக் கண்டறிதல். 19வது OITS சர்வதேச தகவல் தொழில்நுட்ப மாநாட்டின் (OCIT), 2021 இன் செயல்முறைகளில் .
- [89] அலகானந்த மித்ரா, சரஜா பி. மொஹந்தி, பீட்டர் கோர்கோரன் மற்றும் எலியாஸ் கூகியானோஸ். ஈளிழப்: சமூக ஊடகங்களில் கான் உருவாக்கிய ஆழமான போலி படங்களுக்கான மிகவும் நட்புதீயான வலுவான கண்டறிதல் முறை. 4வது FIP சர்வதேச இணைய விஷயங்கள் (IoT) மாநாட்டின் (IFIP-IoT), 2021 இன் செயல்முறைகளில் .
- [90] அலகானந்த மித்ரா, சரஜா பி. மொஹந்தி, பீட்டர் கோர்கோரன் மற்றும் எலியாஸ் கூகியானோஸ். ஜீஃபீஸ்: ஸ்மார்ட் நகரங்களுக்கான ஆழமான போலி படங்களை மொண்ட்டை டிஜிட்டல் அடையாள கட்டமைப்பு. ஸ்மார்ட் எலக்ட்ரானிக் சிஸ்டம்ஸ் (ISES) (முன்னர் INIS) பற்றிய IEEE சர்வதேச சிம்போசியத்தின் நடவடிக்கைகள் , 2021, ஏற்றுக்கொள்ளப்பட்டது, பத்திரிகைகளில்.

[91] ஃபீ ஜியாங், யோங் ஜியாங், ஹாங் ஜி, மி டோங், ஹாவ் லி, சுஃபெங் மா, யிலோங் வாங், கியாங் டோங், ஹை பெங் ஷென் மற்றும் யோங்ஜான் வாங்.

கூதாதாரத்துறையில் செயற்கை நுண்ணறிவு: கடந்த காலம், நிகழ்காலம் மற்றும் எதிர்காலம். பக்கவாதம் மற்றும் வாஸ்குலர் நரம்பியல், 2 (4), 2017.

[92] அலகானந்த மித்ரா, சரஜா பி. மொஹந்தி, பீட்டர் கோர்கோரன் மற்றும் எவியாஸ் கல்கியானோஸ். சமூக ஊடகங்களில் ஆழமான போலி வீடியோ கண்டிதலுக்கான ஒரு புதுமையான இயந்திர கற்றல் அடிப்படையிலான முறை. ஸ்மார்ட் லைக்ட்ராயிக் சிஸ்டம்ஸ் (ISES) (முன்னர் iNIS) பற்றிய IEEE சர்வதேச சிம்போசியத்தின் செயல்முறைகளில், பக்கங்கள் 91-96, 2020. doi:10.1109/ISES50453.2020.00031.

[93] அலகானந்த மித்ரா, சரஜா பி. மொஹந்தி, பீட்டர் கோர்கோரன் மற்றும் எவியாஸ் கல்கியானோஸ். முக்கிய வீடியோ பிரேம் பிரித்தெடுத்தல் மூலம் சமூக ஊடகங்களில் ஆழமான போலி கண்டிதலுக்கான இயந்திர கற்றல் அடிப்படையிலான அணுகுமுறை. SN கணினி அறிவியல், 2(2):98, 2021. doi:10.1007/s42979-021-00495-x.

[94] மார்க் பலாஸ், எனினா எம் மாரோன், ராகுவெல் விஜோ-சோபெரா மற்றும் டியாகோ ரெடோலர்-ரிபோல். வீடியோ கேமிங்கின் நரம்பியல் அடிப்படை: ஒரு முறையான மதிப்பாய்வு. மனித நரம்பியல் அறிவியலில் எல்லைகள், 11:248, 2017.

[95] ஜெலீப் ஸ்கினனர் மற்றும் டோபி வால்ம்ஸி. வீடியோ கேம்களில் செயற்கை நுண்ணறிவு மற்றும் ஆழமான கற்றல் ஒரு சுருக்கமான மதிப்பாய்வு. IEEE 4வது சர்வதேச கணினி மற்றும் தொடர்பு அமைப்புகள் மாநாட்டின் (ICCCS) செயல்முறைகளில், பக்கங்கள் 404-408, 2019. doi:10.1109/CCOMS.2019.8821783.

[96] யே வியு, சியாவோயுவான் மா, வீ சௌ, கெரஹார்ட் பெட்ரஸ் ஹாங்கே, மற்றும் அட்னான் எம். அடு-மஹல்லீபெளன். தொழில் 4.0 முதல் விவசாயம் 4.0 வரை: தற்போதைய நிலை, செயல்படுத்தும் தொழில்நுட்பங்கள் மற்றும் ஆராய்ச்சி சவால்கள். தொழில்துறை தகவலியல் மீதான IEEE பரிவர்த்தனைகள், 17(6):4322-4334, 2021. doi:10.1109/TII.2020.3003910.

[97] கான்ஸ்டான்சீனாஸ் ஜி லியாகோஸ், பாப்ரிசியா புசாடோ, டிமிட்ரியோஸ் மோஷோ, சைமன் பியர்சன் மற்றும் டியோனிசிஸ் போக்டிஸ். இயந்திரம் விவசாயத்தில் கற்றல்: ஒரு மதிப்பாய்வு. சென்சார்கள், 18(8):2674, 2018.

[98] பி.ஜே. ராமோஸ், ஃபினோவியோ அகல்ஸ்டோ பிர்ட்டோ, இ.சி. மேன்ஸ்டோயா, மற்றும் கார்லோஸ் யூஜெனியோ ஆலிவேரோஸ். கணினி பார்வையைப் பயன்படுத்தி காபி கிளைகளில் தானியங்கி பழ எண்ணிக்கை. விவசாயத்தில் கணினிகள் மற்றும் மின்னணுவியல், 137:9-22, 2017.

[99] சுபஜித் சென்குப்தா மற்றும் வோன் சுக் ரி. வெல்வேறு சுற்றுப்புற ஓளி நிலைமைகளின் கீழ் ஒரு விதானத்தில் முதிர்ச்சியடையாத பச்சை சிட்ரஸ் பழங்களின் எண்ணிக்கையை அடையாளம் கண்டு தீர்மானித்தல். படோசிஸ்டம்ஸ் இன்ஜினியரிங், 117:51-61, 2014.

[100] யிங்-கு சு, ஹாவான் கு மற்றும் வி-ஜியாவோ யான். துணை திசையன் இயந்திர அடிப்படையிலான திறந்த பயிர் மாதிரி (sb0cm): சீனாவில் அரிசி உற்பத்தி வழக்கு. சுவதி உ மிரியல் அறிவியல் இதழ், 24(3):537-547, 2017.

[101] குரஜி அமத்யா, மேனாஜ் கார்கி, அலியானா கோங்கல், கின் ஜாங், மற்றும் மேத்யூ டி வைட்டிங். தானியங்கி இனிப்பு-செர்ரி அறுவடைக்காக பிளானர் கட்டமைப்பில் முழு இலைக்குஞ்சன் க்ஷதியை செர்ரி மரக் கிளைகளைக் கண்டித்தல். படோசிஸ்டம்ஸ் பொரியியல், 146:3-15, 2016.

[102] இப்திகார் அவி, ஃபியோனா காக்வெல், எட்பர்ட் லைபர் மற்றும் ஸ்டீவர்ட் கிரீன். மாடவிச் மல்டிடெப்போர்ல் ரிமோட் சென்சிங் டேட்டாவைப் பயன்படுத்தி புல்வெளி உபரி மதிப்பீட்டை நிர்வகித்தது - ஒரு இயந்திர கற்றல் அணுகுமுறை. பயன்பாட்டு பூமி கண்காணிப்புகள் மற்றும் ரிமோட் சென்சிங்கில் தேர்ந்தெடுக்கப்பட்ட தலைப்புகளின் IEEE ஜர்னல், 10(7):3254-3264, 2016.

[103] சாந்துலா ஏரினி பான்டாசி, டிமிட்ரியோஸ் மோஷோ, கோலோ, தாமஸ் அலெக்ஸாண்ட்ரிடிஸ், ரெபேக்கா எல் வெட்டன், மற்றும் அப்துல் மென்னென் மென்சென். இயந்திர கற்றல் மற்றும் மேம்பட்ட உணர்திறன் நூட்பங்களைப் பயன்படுத்தி கோதுமை மக்குல் கணிப்பு. விவசாயத்தில் கணினிகள் மற்றும் மின்னணுவியல், 121:57-65, 2016.

[104] மோனிஷா கவுல், ராபர்ட் எல் ஹில், மற்றும் சார்லஸ் வால்டான். சோாஸ் மற்றும் சோயாபீன் மக்குல் கணிப்புக்கான செயற்கை நரம்பியல் நெட்வெர்க்குகள். வேளாண் அமைப்புகள், 85(1):1-18, 2005.

[105] கேங் வியு, குஹூாங் யாங் மற்றும் மின்சான் லி. மன் அளவுருக்களுக்கு பதிலளிக்கும் பயிர் விளைச்சலுக்கான ஒரு செயற்கை நரம்பியல் வலையமைப்பு மாதிரி. நரம்பியல் வலையமைப்புகள் குறித்த சர்வதேச கருத்தரங்கள் செயல்முறைகள், பக்கங்கள் 1017-1021. ஸ்பிரிங்கர், 2005.

[106] ஒய் யூனோ, எஸ்ன் பிரஷ்டர், ஆர் லாக்ரோயிக்ஸ், பிகே கோயல், ஒய் கரிமி, ஏ வியாவ், மற்றும் ஆர்சென் பேடேல். காற்றில் பரவும் சிறிய நிறமாலை இமேஜர் தரவுகளினிருந்து சோள விளைச்சலைக் கணிக்க செயற்கை நரம்பியல் நெட்வெர்க்குகளுடன் தரவுக்கு விவரிக்கப்பட்டு வருகிறது. விவசாயத்தில் கணினிகள் மற்றும் மின்னணுவியல், 47(2): 149-161, 2005.

[107] பியாஜான் ஜி, ஒய் சன், எஸ் யாங், ஜின்பிங் லி, மற்றும் பிங் யாங். பருத்தி விளைச்சலைக் கணிக்க ஒரு நரம்பியல் வலையமைப்புகள். வேளாண் அறிவியல் இதழ், 145(3):249-261, 2007.

[108] ஜான் ஜாங், யிமிங் வாங், ஜின்பிங் லி, மற்றும் பிங் யாங். பருத்தி விளைச்சலைக் கணிக்க ஒரு நரம்பியல் வலையமைப்பு மாதிரி. தகவல் செயலாக்கத்திற்கான சர்வதேச கூட்டமைப்பு-வெளியீடுகள்-IFIP, 259:1321, 2008.

[109] ஜார்ஜ் ரூஸ், ரூடால்ஸ்-பிர்ஸ், மார்ட்டின் ஷ்டென்டர் மற்றும் பீட்டர் வாக்ஸர். கோதுமை மக்குல் கணிப்புக்கான நரம்பியல் நெட்வெர்க்குகளுடன் தரவுக் கொடுக்கப்பட்டு வருகிறது. செயற்கை குறித்த தொழுமை மாநாட்டின் செயல்முறைகள், பக்கங்கள் 47-56. ஸ்பிரிங்கர், 2008.

[110] ராம கிருஷ்ண சிங் மற்றும் பலர். மக்காச்சோள பயிர் விளைச்சலை மாதிரியாக்குவதற்கும் முன்னரிவிப்பதற்கும் செயற்கை நரம்பியல் வலையமைப்பு முறை . வேளாண் பொருளாதார ஆராய்ச்சி மதிப்பாய்வு. 21(347-2016-16813):5-10, 2008.

[111] ஃபர்ஷ்காாத் சோலெற்யில்-பீபார்ட் மற்றும் சையத் பாபக் சாலவாடியன். செயற்கை நரம்பியல் வலையமைப்புகளைப் பயன்படுத்தி ஆற்றல் உள்ளீடுகளின் அடிப்படையில் தேயிலை விளைச்சலை முன்னரிவிலிப்பதற்கும் செயற்கை நரம்பியல் வலையமைப்பு முறை . அடிப்படையில் தேயிலை விளைச்சலை முன்னரிவிலிவித்தல் (ஒரு வழக்கு ஆய்வு: ஸரானின் குய்லான் மாகாணம்). உயிரியல் மன்றத்தின் செயல்முறைகள், தொகுதி, பக்கம் 1432 இல். ஆராய்ச்சி போக்கு, 2015.

[112] சினோகல் எஸ் தஹிகர் மற்றும் சந்தீப் வி ரோட். செயற்கை நரம்பியல் வலையமைப்பு அனுகுமுறையைப் பயன்படுத்தி விவசாய பயிர் மக்குல் கணிப்பு.

மின்சாரம், மின்னூலியல், கருவி மற்றும் கட்டுப்பாடு பொறியியலில் புதுமையான ஆராய்ச்சிக்கான சர்வதேச இதழ், 2(1):683-686, 2014.

[113] ஹையான் சாங் மற்றும் யோங் ஹீ. செயற்கை நரம்பியல் நெட்வோர்க்குளை அடிப்படையாகக் கொண்ட பயிர் ஊட்டச்சக்து நோயறிதல் நிபுணர் அமைப்பு. தகவல் தொழில்நுட்பம் மற்றும் பயன்பாடுகள் குறித்த மூன்றாவது சர்வதேச மாநாட்டின் செயல்முறைகள் (ICITA'05), தொகுதி 1, பக்கங்கள் 357-362. IEEE, 2005.

[114] Xiaojin Dai, Zailin Huo மற்றும் Huimin Wang. மண்ணின் ஈரப்பதம் மற்றும் உப்புத்தன்மைக்கு ஏற்ப பயிர் விளைச்சலின் பிரதிபலிப்புக்கான உருவகப்படுத்துதல். செயற்கை நரம்பியல் வலையமைப்புடன். களப் பயிர் ஆராய்ச்சி, 121(3):441-449, 2011.

[115] ஜெயவேலு செந்தல்நாத், அகங்கா டோகானியா, மானசா கண்டுகுரி, கேளன் ரமேஷ், கெளத் ஆனந்த் மற்றும் எஸ்என் ஜம்கார். ஸால் ஆலைப்பற்றப்பட்ட தொலைதூர் உணரப்பட்ட ரூப படங்களில் நிறமாலை-இடஞ்சார்ந்த முறைகளைப் பயன்படுத்தி தக்காளியைக் கண்டறிதல். பயோசிஸ்டம்ஸ் பொறியியல், 146:16-32, 2016.

[116] சித்தாந்த் குமார், கெளர்வ் செளத்ரி, வெங்கண்ணா உடுதலப்பள்ளி, தேபாஞ்சன் தாஸ், மற்றும் சரஜா பி மொஹந்தி. Grob: ஸ்மார்ட் விவசாயத்தில் பயிர்களின் வார்ச்சியைக் கண்காணிப்பதற்கான இணைய இலை விஷயங்கள் (iIoT). ஸ்மார்ட் எலக்ட்ரானிக் சிஸ்டம்ஸ் (ISES) (முன்னர் iNiS) பற்றிய IEEE சர்வதேச சிம்போசியத்தின் செயல்முறைகளில், பக்கங்கள் 53-56. IEEE, 2019.

[117] நுகோசி கிளாரா எனி-க்கல். விவசாயத்தில் செயற்கை நுண்ணானியின் பயன்பாடுகள்: ஒரு மதிப்பாட்டு பொறியியல், தொழில்நுட்பம் & பயன்பாடு அறிவியல் ஆராய்ச்சி, 9(4):4377-4383, 2019.

[118] துரை ராஜ் வின்சென்ட், நடராஜன் தீபா, திவ்யா இளவரசன், கதிரவன் சீனிவாசன், சங்கீத் ஹாசைன் சவுத்ரி மற்றும் செலஸ்டின் இவெண்டி. நிலப் பொருத்தத்தை மதிப்பிடுவதற்கான சென்சார்களால் இயக்கப்படும் AI- அடிப்படையிலான விவசாய பரிந்துரை மாதிரி. சென்சார்கள், 19(17):3667, 2019.

[119] வென் டோங், தியான்ஜான் வு, யிங்வே சன் மற்றும் ஜியான்செங் லுவோ. துல்லியமான விவசாயத்திற்கான AI தொழில்நுட்பத்தால் ஆதரிக்கப்படும் மண்சிடைக்க்கூடிய பாஸ்பரளின் டிஜிட்டல் மேப்பிங். வேளாண்-புவிசார் தகவல் (வேளாண்-புவிசார் தகவல்) மீதான 7வது சர்வதேச மாநாட்டின் செயல்முறைகளில், பக்கங்கள் 1-5. IEEE, 2018.

[120] GRN கார்வால்லேரா, DN பிராண்டாவோ, DB ஹடாட், VL டோ ஃபோர்டே, மற்றும் MB செடியா. பிரேசிலிய கடற்கரையில் மண்களத் திறன் மற்றும் நிரந்தர வாடும் புள்ளியைக் கணிக்க ஒரு rbf நரம்பியல் வலையமைப்பு பயன்படுத்தப்பட்டது. நரம்பியல் வலையமைப்புகள் (rjCNN) மீதான சர்வதேச கல்டு மாநாட்டின் செயல்முறைகள், பக்கங்கள் 1-5, 2015. doi:10.1109/IJCNN.2015.7280628.

[121] சாமுலேல் என். ஆராயா, அன்னா ஃப்ரேஜோஃப்-ஹங், ஆண்ட்ரியாஸ் ஆண்ட்ரசன், ஜோசவா எச். வியர்ஸ், மற்றும் கெல்ஸேலையு. ஆளில்லா விமான அமைப்பு மல்டிஸ்பெக்டர் ரிமோட் சென்சிங்கிலி ரூந்து இயந்திர கற்றல் அடிப்படையிலான மண்ஈரப்பத்தை மீட்டெடுப்பது. IEEE சர்வதேச புவி அறிவியல் மற்றும் ரிமோட் சென்சிங் சிங்போசியத்தின் (IGARSS 2020) செயல்முறைகளில், பக்கங்கள் 4598-4601, 2020. doi:10.1109/IGARSS39084.2020.9324117.

[122] Chusnul Arif, Masaru Mizoguchi, Budi Indra Setiawan, மற்றும் பலர். நெல் வயல்களில் மண்ணின் ஈரப்பதத்தை மதிப்பிடுவதற்கு செயற்கை நரம்பியல் வலையமைப்புகள். arXiv முன் அச்சு arXiv:1303.1868, 2013.

[123] பிரச்சின் ஜெயின், ஸ்வாகதம் போஸ் செளத்ரி, பிரக்ருதி பட், சனத் சாரங்கி மற்றும் பூநிவாச பப்புலா. துல்லியமான விவசாய பயன்பாடுகளுக்கு சிக்கனமான மண்ஈரப்பத உணரிகளின் மதிப்பை அதிகப்படுத்துதல். நன்மைக்கான செயற்கை நுண்ணானிவு (AI4G) குறித்த IEEE / ITU சர்வதேச மாநாட்டின் செயல்முறைகளில், பக்கங்கள் 63-70, 2020. doi:10.1109/AI4G50087.2020.9311008.

[124] சலீம் கிளிபி, கைஸ் டவுனி, ஜுலையர் பென் ரெபா, பாஸ் சோலைமான், மற்றும் இமெட் ரியாத் ஃபரா. ஹைப்பர்ஸ்பெக்டர்ல் செயற்கைக்கோள் படம் மூலம் இயந்திர கற்றல் அனுகுமுறையைப் பயன்படுத்தி மண்ஈரப்பதற்கு மதிப்பை கணிப்பு. சிக்கால் மற்றும் பட செயலாக்கத்திற்கான மேம்பட்ட தொழில்நுட்பங்கள் (ATSP) குறித்த 5வது சர்வதேச மாநாட்டின் செயல்முறைகளில், பக்கங்கள் 1-6, 2020. doi:10.1109/ATSP49331.2020.9231870.

[125] ஃபன்டு மற்றும் ஜீன் வாங். ஆழமான வலுவுட்டல் கற்றலை அடிப்படையாகக் கொண்ட ஒரு ஸ்மார்ட் விவசாய ஜீடி அமைப்பு. எதிர்கால தலைமுறைகளின் அமைப்புகள், 99:500-507, 2019.

[126] யு-சவான் சாங், டங்-வெய் ஹாவாஸ் மற்றும் நென்-ஃபு ஹாவாங். லோரா 2g நெட்வோர்க்குகளுடன் கல்டிய இயந்திர கற்றல் அடிப்படையிலான ஸ்மார்ட் பாசன் அமைப்பு . 20வது ஆசிய-பசிபிக் நெட்வோர்க் செயல்பாடுகள் மற்றும் மேலாண்மை கருத்தரங்கின் (APNOMS) செயல்முறைகளில், பக்கங்கள் 1-4, 2019. doi:10.23919/APNOMS.2019.8893034.

[127] மனிள் கே நேமா, தீபக் கரே, மற்றும் கரேந்திர கே சாந்தினிலூ. ஈரப்பதம் குறைந்த இன் பள்ளத்தாக்கில் குறிப்பு ஆலியாதல் உந்துதலை மதிப்பிடுவதற்கு செயற்கை நுண்ணானிலின் பயன்பாடு . பயன்பாட்டு நீர் அறிவியல், 7(7):3903-3910, 2017.

[128] வாசிலிஸ் இசட் அன்டோனோபெளோஸ் மற்றும் அதானசியோஸ் வி அன்டோனோபெளோஸ். வரையறுக்கப்பட்ட உள்ளீட்டு காலநிலை மாற்களைப் பயன்படுத்தி செயற்கை நரம்பியல் நெட்வோர்க்குகள் நூட்பம் மற்றும் அனுபவ சமன்பாடுகள் மூலம் ஆலியாதல் தூண்டுதல் மதிப்பீடுகளை தினசரி குறிப்பு. விவசாயத்தில் கணினிகள் மற்றும் மின்னணுவியல், 132:86-96, 2017.

[129] ஏ. தஹானே, ஆர். பெனாஸூர், பி. கெச்சர், மற்றும் ஏ. பெனாய்மா. இயந்திர கற்றலைப் பயன்படுத்தி ஜீடி அடிப்படையிலான ஸ்மார்ட் விவசாய முறை . நெட்வோர்க்குகள், கணினிகள் மற்றும் தகவல்தொடர்புகள் (ISNCC) பற்றிய சர்வதேச கருத்தரங்கின் செயல்முறைகளில், பக்கங்கள் 1-6, 2020. doi:10.1109/ISNCC49221.2020.9297341.

- [130] ஏசி ஹின்னெல், என் லாசரோவிச், ஏஃபர்மன், எம் பவுல்டன், மற்றும் டெபிஸ்யூ வாரிக். நியூரோ-டிரிப்: நிலத்தடி மேற்பரப்பு மதிப்பீடு நரம்பியல் வலையமைப்புகளைப் பயன்படுத்தி சொட்டு நீர் பாசனத்திற்கான ஈரமாக்கும் முறைகள். நீர்ப்பாசன அறிவியல், 28(6):535-544, 2010.
- [131] ஷிகர் கர் சர்மா, கே.வெஷ். ராபிந்தரோ சிங், மற்றும் அபிஜீத் சிங். நெல் செடியில் நோய்களைக் கண்டறிவதற்கான ஒரு நிபுணர் அமைப்பு. சர்வதேச செயற்கை நுண்ணாறிவு இதழ், 1(1):26-31, 2010.
- [132] கலியுத்த பல்லோடா, டி சத்யாங்கேவி, என்னிஸ்ஸஸ்பி சம்பத், கேடின்வர்மா, மற்றும் பிகே பருவா. அக்டெப்ஸ்: நெல் மற்றும் கோதுமை பயிர்களின் பூச்சி நோய்களைத் தடுக்க ஒரு திறமையான விதி அடிப்படையிலான நிபுணர் அமைப்பு. IEEE வெது சர்வதேச நுண்ணாறிவு அமைப்புகள் மற்றும் கட்டுப்பாடு மாநாட்டின் (ISCO) செயல்முறைகள், பக்கங்கள் 262-268. IEEE, 2014.
- [133] ஜி.எம். பாஸ்குவல் மற்றும் ஜே. மாண்ஸ்லீபில். பூச்சி பூச்சிகளை அடையாளம் காணவும் கட்டுப்புத்தவம் ஒரு முன்மாதிரி நிபுணர் அமைப்பின் வளர்ச்சி. விவசாயத்தில் கணினிகள் மற்றும் மின்னாற்றுவியல், 2(4):263-276, 1988.
- [134] கவுரவ்மோய் பானர்ஜி, உதிதேந்து சர்க்கார் மற்றும் இந்திரஜித் கோஷ். தேர்ந்தெடுக்கப்பட்ட தேயிலை பூச்சிகளைக் கண்டறிவதற்கான ரேடியல் அடிப்படை செயல்பாட்டு நெட்வோர்க் அடிப்படையிலான வகைப்படுத்தி. கணினி அறிவியல் மற்றும் மென்பொருள் பொறியியலில் சர்வதேச மேம்பட்ட ஆராய்ச்சி இதழ், 7(5):665-669, 2017.
- [135] பி.ஷ. மஹாமன், எச். கிரில்ஸ்டோபர் பாசம், ஏ.பி. சைடெரிடிஸ், மற்றும் சி.பி. பியலூரிஸ். டயர்ஸ்-ஜூபியல்: சோலனேசியல் பயிர் அமைப்புகளில் ஒருங்கிணைந்த பூச்சி மேலாண்மைக்கான நோயற்றில் ஆலோசனை விதி அடிப்படையிலான நிபுணர் அமைப்பு. வோான் அமைப்புகள், 76 (3):1119-1135, 2003.
- [136] விதிதா தில்வா, ஜீக்னேஷ் படேல் மற்றும் சேதன் பட். தெளிவற்ற தர்க்கத்தைப் பயன்படுத்தி வானிலை அடிப்படையிலான தாவர நோய்களை முன்னாறிவித்தல். நிர்மா பல்கலைக்கழக சர்வதேச பொறியியல் மாநாட்டின் (NUiCONE) செயல்முறைகளில், பக்கங்கள் 1-5. IEEE, 2013.
- [137] ஃப்ட்ரிலா சிராஜ் மற்றும் நூரைஸ் அர்பாய். தெளிவற்ற நிபுணர் அமைப்பைப் பயன்படுத்தி ஒருங்கிணைந்த பூச்சி மேலாண்மை அமைப்பு. 2006.
- [138] மாக்டா எஸ் பிக்சோட்டோ, லேசியோ சி பாரோஸ், ரோட்னி சி பஸ்கனேசி, மற்றும் ஓடேர் ஏ பெர்னான்டஸ். சோயாபீன் அஃபிட்டின் இயக்கவியல் மற்றும் கட்டுப்பாட்டிற்கான தெளிவற்ற அமைப்புகள் வழியாக ஒரு அணுகுமுறை. 2015.
- [139] ஹெயோ எம்ஜி வான் டெர் வெர்ஸிப் மற்றும் பிரிமர். பூச்சிக்கொல்லி சுற்றுச்சுழல் தாக்கத்தின் ஒரு குறிகாட்டியை அடிப்படையாகக் கொண்டது தெளிவற்ற நிபுணர் அமைப்பு. கெமோஸ்பியர், 36(10):2225-2249, 1998.
- [140] எல்ஜே ஃப்ரியாங்கல் மற்றும் எஸ் பானிகிராஹி. கோதுமை இலை ஈரப்பதத்தின் செயற்கை நரம்பியல் வலையமைப்பு மாதிரிகள். விவசாயம் மற்றும் காடு வானிலை ஆய்வு, 88(1-4):57-65, 1997.
- [141] பிகாஷ் சந்திரா கர்மோகர், முகமது சமவத் உல்லா, எம்டி கிப்ரியா சித்திக், மற்றும் காசி எம்டி ரோகிபுல் ஆலம். நரம்பியல் வலையமைப்பு குழுமத்தைப் பயன்படுத்தி தேயிலை இலை நோய்களைக் கண்டறிதல். சர்வதேச கணினி பயன்பாடுகள் இதழ், 114 (17), 2015.
- [142] ஸ்ர்ட்ஜீன் ஸ்லாடோஜெலிக், மார்கோ அர்செனோவிக், ஆண்ட்ராஸ் ஆண்ட்ரலா, டிப்ராவல்கோ குலிப்ர்க் மற்றும் டார்கோ ஸ்டெல்போனோவிக். இலை பட வகைப்பாடு மூலம் தாவர நோய்களை ஆழமான நரம்பியல் நெட்வோர்க்குகள் அடிப்படையாகக் கொண்ட ஆங்கீகாரம். கணக்கீட்டு நுண்ணாறிவு மற்றும் நரம்பியல், 2016, 2016.
- [143] ஃப்ட்ரிகோ ஹான், இரினியோ லோபாஸ் மற்றும் குவாடலூப் பெற்றங்களாட்டஸ். சிவப்பு தக்காளிகளில் ரைசோபாஸ் ஸ்டோலோனிப்பர் வித்திகளின் நிறமாலை கண்டறிதல் மற்றும் நரம்பியல் வலையமைப்பு பாகுபாடு. பயோசிஸ்டம்ஸ் இன்ஜினியரிங், 89(1):93-99, 2004.
- [144] விய விய, ருஜ்சிங் வாங், செங்ஜூன் சீ, போ யாங், ஃபாங்யுவான் வாங், சுட் சுதிர்மன், மற்றும் வான்காய் விய. பெஸ்ட்டெந்ட்: பெரிய அளவிலான பல-வகுப்பு பூச்சி கண்டறிதல் மற்றும் வகைப்பாட்டிற்கான ஒரு முழுமையான ஆழமான கற்றல் அணுகுமுறை. IEEE அணுகல், 7: 45301-45312, 2019. doi:10.1109/ACCESS.2019.2909522.
- [145] பொவ் ஜீயான், யுஹான் சென், பின் லியு, டோங்ஜியன் லீ, மற்றும் சுன்குவான் லியாங். மேம்படுத்தப்பட்ட கன்வல்யூஷன்ஸ் நியூரல் நெட்வோர்க்குகளின் அடிப்படையில் ஆழமான கற்றல் அணுகுமுறையைப் பயன்படுத்தி ஆப்பிள் இலை நோய்களை நிகழ்நேர்த்தில் கண்டறிதல். IEEE அணுகல், 7:59069-59080, 2019.
- [146] சிங்-ஜூ சென், யா-யு ஹூவாங், யுவான்-ஷாவோ லி, சுவான்-யு சாங், மற்றும் யுவே-மிள் ஹூவாங். பூச்சிகளைக் கண்டறிவதற்கான ஒரு அயோட் அடிப்படையிலான ஸ்மார்ட் வோான்-கல்சர் அமைப்பு. IEEE அணுகல், 8:180750-180761, 2020. doi:10.1109/ACCESS.2020.3024891.
- [147] கையி வாங், சௌயிங் பா ஜாங், ஜூபின் வாங், ஜாங்கியாங் விய, மற்றும் ஃபெப் யாங். மொபைல் ஸ்மார்ட் சாதனாம் சார்ந்த காய்கறி நோய் மற்றும் பூச்சி பூச்சி அங்கீகார முறை. நுண்ணாறிவு ஆட்டோமேஷன் & மென்மையான கணினி, 19(3):263-273, 2013.
- [148] வின்சென்ட் மார்ட்டின் மற்றும் சபைன் மொய்சன். பக்கம் இல்லங்களில் ஆரம்பகால பூச்சி கண்டறிதல். சர்வதேச நடவடிக்கைகளில் வடிவ அங்கீகாரம் குறித்த மாநாடு, 2008.
- [149] ஃபெப்ம்திரோஸ் ஃபினா, பிலிப் பிர்ச், ரூபர்ட் யங், ஜே ஜேபு, பானி ஃபெப்ம்திரோஸ் மற்றும் கிரில்சு சாட்வின். கே-மீன்ஸ் கிளஸ்டிபுக் அல்காரிதம் மற்றும் கடித வடிப்பான்களைப் பயன்படுத்தி தானியங்கி தாவர பூச்சி கண்டறிதல் மற்றும் அங்கீகாரம். சர்வதேச மேம்பட்ட உயிரி தொழில்நுட்பம் மற்றும் ஆராய்ச்சி இதழ், 4(2):189-199, 2013.
- [150] வெங்கண்ணா உடுதலப்பள்ளி, சரஜா பி மொஹநந்தி, விஷால் பல்வகானி, மற்றும் வேதாந்த் கண்டேல்வால். ஸ்மார்ட் விவசாயத்திற்கான இணைய வேளான் விஷயங்களில் நிலையான தானியங்கி நோய் முன்கணிப்பு, பயிர் தேர்வு மற்றும் நீர்ப்பாசனத்திற்கான ஒரு புதிய சாதனம். IEEE சென்சார்ஸ் ஜர்னல், 2020.

[151] விழால் பல்களி, வேதாந்த் கண்டோல்வால், பரத் சந்திரா, வெங்கண்ணா உடுதலப்பள்ளி, தேபஞ்சன் தாஸ், மற்றும் சரஜா பி மொஹந்தி. டிகிராப்: ஸ்மார்ட் விவசாயத்தில் பயிர்களின் நோய்களை துவியமாக கணிக்க ஒரு ஆழமான கற்றல் அடிப்படையிலான கட்டமைப்பு. ஸ்மார்ட் எலக்ட்ரானிக் சிஸ்டம்ஸ் (ISES) (முன்னர் INIS) பற்றிய IEEE சர்வதேச சிம்போசியத்தின் செயல்முறைகளில், பக்கங்கள் 29-33. IEEE, 2019.

[152] எம்.ஐ. ஜூட்டெக்னெலைப், ஐ.டி.டால்கெட்டி.சி.இ. முல்லின், ஆலன் ஜேம்ஸ் ஸ்டூவர்ட் மெக்டிடானால்ட், மற்றும் நோர்வல் ஜேம்ஸ் கோலின் ஸ்ட்ராச்சன். பட பகுப்பாய்வு மற்றும் செயற்கை நுண்ணியிவு முறைகளைப் பயன்படுத்தி களை மற்றும் பயிர் பாகுபாடு. விவசாயத்தில் கணினிகள் மற்றும் மின்னணுவியல், 39(3):157-171, 2003.

[153] விக்டர் பார்டெல், பூரி சரங் காகர்லா மற்றும் மியானிஸ் அம்பாட்சிடிஸ். செயற்கை நுண்ணியிவைப் பயன்படுத்தி துவியமான களை மேலாண்மைக்கான குறைந்த விலை மற்றும் ஸ்மார்ட் தொழில்நுட்பத்தின் வளர்ச்சி மற்றும் மதிப்பீடு. விவசாயத்தில் கணினிகள் மற்றும் மின்னணுவியல், 157:339-350, 2019.

[154] சாந்துலா எரினி பான்டாசி, அலெக்ஸாண்ட்ரா ஏ டமோரிடோ, டி.கே. அலெக்ஸாண்ட்ரிடிஸ், அனஸ் தேசியா எஸ் லாகோபோடி, ஜாவிட் காலெஷிஃபி மற்றும் டிமிட்ரியோல் மோஞோ. யூஶஸ் மல்டிசல்பெக்ட்ரல் இமேஜிரியைப் பயன்படுத்தி களை மேப்பிங்கிற்கான படிநிலை சுய-இழங்கமைக்கும் வரைபடங்களின் மதிப்பீடு. விவசாயத்தில் கணினிகள் மற்றும் மின்னணுவியல், 139:224-230, 2017.

[155] சாந்துலா-யரினி பான்டாசி, டிமிட்ரியோல் மோஞோ மற்றும் செட்ரிக் பிராவோ. வைஹப்பர்ஸ்பெக்ட்ரல் சென்சிங்கிள் அடிப்படையில் களை இனங்களை அங்கீகரிப்பதற்கான செயலில் கற்றல் அமைப்பு. படேயாசிஸ்ட்மஸ் இன்ஜினியரிங், 146:193-202, 2016.

[156] ஆடம் பின்க் மற்றும் சி.டபிள்யூ. ஃபாக்ஸ். ரூமெக்ஸ் மற்றும் உர்டிகா கண்டறிதலுக்கான இயந்திர பார்வை வழிமுறைகளின் கட்டுப்படுத்தப்பட்ட ஒப்பீடு. புல்வெளியில். விவசாயத்தில் கணினிகள் மற்றும் மின்னணுவியல், 140:123-138, 2017.

[157] ரிதாபன் தத்தா, டேனியல் ஸ்மித், ரிச்சர்ட் ராண்டலி, கிரெக் பிஷப்-ஹர்ட், ஜேம்ஸ் ஹில்ஸ், கிரெக் டிம்ஸ், மற்றும் டேவ் வெஹன்றி.

மேற்பார்வையிடப்பட்ட குழும வகைப்படுத்திகளைப் பயன்படுத்தி மாறும் கால்நடை நடத்தை வகைப்பாடு. விவசாயத்தில் கணினிகள் மற்றும் மின்னணுவியல், 111:18-28, 2015.

[158] ரிச்சர்ட்சன் ரீபேரோ, ஃபேபேரோ லூயிஸ் பெர்டோட்டி மற்றும் டாவரியானி சிமியோனி அஸ்மான்.

பீங் சென்சார்கள் மற்றும் இயந்திர கற்றலைப் பயன்படுத்தி ரூமினன்ட்களில் உட்கொள்ளும் நடத்தையின் இன் விவோ பேட்டர்ஸ் வகைப்பாடு. சென்சார்கள், 15(11):28456-28471, 2015.

[159] ஸ்டெபன் ஜி மேத்யூஸ், ஆமி எஸ் மில்லர், தாமஸ் பிளாட்டஸ், மற்றும் இலியாஸ் கைரியாசாகிஸ். அளவிட-தானியங்கி கண்காணிப்பு உடல்நலம் மற்றும் நலன் கண்காணிப்புக்காக பன்றிகளின் நடத்தை மாற்றங்கள். அறிவியல் அறிக்கைகள், 7(1):1-12, 2017.

[160] எம் கிரானின்கஸ், வீர்ஸ் ஃபீவெஸ், புரோனா வலேமின்க் மற்றும் பெர்னார்ட் டி பேட்ஸ். பால் மாடுகிளில் ரூமன் நொதித்தல் முறையின் செயற்கை நரம்பியல் வலையமைப்பு மாதிரிகள். விவசாயத்தில் கணினிகள் மற்றும் மின்னணுவியல், 60(2):226-238, 2008.

[161] மார்க் எஃப் ஹேன்சன், மெல்லின் எஸ் ஸ்மித், வின்டன் என் ஸ்மித், மைக்கேல் ஜி சால்டர், எம்மா எம் பாக்ஸ்டர், மரியான் ஃபரிஷ் மற்றும் புரூஸ் க்ரீவ். கன்வல்லியூஷனல் நியூரல் நெட்வோர்க்குகளைப் பயன்படுத்தி பண்ணையில் பன்றி முக அங்கீகாரத்தை நோக்கி. தொழில்நுறையில் கணினிகள், 98:145-152, 2018.

[162] இவான் ராமிரெஸ் மோரால்ஸ், டேனியல் ரிவேரோ செப்ரியன், என்ரிக் பெர்னான்டஸ் பிளாங்கோ, மற்றும் அலெஜான்ட்ரோ பசோஸ் சியரா. வணிக கோழிகளிடமிருந்து முட்டை உற்பத்தி வளைவுகளில் முன்கூட்டியே எச்சரிக்கை: ஒரு எஸ்.வி.எம் அனுகுமுறை. விவசாயத்தில் கணினிகள் மற்றும் மின்னணுவியல், 121:169-179, 2016.

[163] ஜெய்ம் அலோன்சோ, அல்போன்சோ வில்லா, மற்றும் அன்டோனியோ பஹாமன்டே. மாடுகளின் எடைப் பாதைகளின் மேம்படுத்தப்பட்ட மதிப்பீடு துணை திசையன் இயந்திர வகைப்பாடு. விவசாயத்தில் கணினிகள் மற்றும் மின்னணுவியல், 110:36-41, 2015.

[164] ஜெய்ம் அலோன்சோ, ஏஞ்சல் ரோட்ரிக்ஸ் கால்டானோன் மற்றும் அன்டோனியோ பஹாமன்டே. படுகொலைக்கு முன்னதாகவே மாட்டினைச்சி கால்நடைகளின் சடல எடையைக் கணிக்க வெக்டார் பின்னடைவை ஆதிரிக்கவும். விவசாயத்தில் கணினிகள் மற்றும் மின்னணுவியல், 91:116-120, 2013.

[165] சிகிப்பிரேடோ ஃபீயூஸ்டெல், கிளாரியா கோன்சலஸ் விஜோ, பிரெண்டன் கல்லன், ஸடன் டோங்கன், சரிந்தர் எஸ் செலஹான், மற்றும் ஃபிராங்க் ஆர் டன்சியா. பசு தரவு மற்றும் தீன்சரி சுற்றுச்சூழல் அளவுருக்களின் அடிப்படையில் பால் உற்பத்தித்திறன் மற்றும் தரத்தை மாதிரியாக்க ஒரு ரோபோ பால் பண்ணையில் செயற்கை நுண்ணியிவு பயன்படுத்தப்பட்டது. சென்சார்கள், 20(10):2975, 2020.

[166] NK ரே PS சாட்டர்ஜி மற்றும் SP மொஹந்தி. லைவ்கேர்: கால்நடைகளுக்கான IoT அடிப்படையிலான சுகாதாரப் பராமரிப்பு கட்டமைப்பு ஸ்மார்ட் வெளாண்மை. நுகர்வோர் மின்னணுவியல் மதான IEEE பரிவர்த்தனைகள் (TCE), 2021 ஏற்றுக்கொள்ளப்பட்டது, பத்திரிகையில்.

[167] கையா கோடெலூப்பி, அன்டோனியோ சில்லிபோன், லூகா டாவோவி மற்றும் ஜியான்லூயாகி ஃபெராரி. எட்ஜில் AI: கிரீன்லஹவுஸ் காற்று வெப்பநிலை முன்னிறிப்புக்கான ஒரு ஸ்மார்ட் கேட்வே. வேளாண்மை மற்றும் வனவியல் (மெட்ரோஅக்ரிஃபோர்) க்கான அளவியல் குறித்த IEEE சர்வதேச பட்டறையின் செயல்முறைகளில், பக்கங்கள் 348-353, 2020. doi:10.1109/MetroAgriFor50201.2020.9277553.

[168] டேவிட் எஸ் எல்லர்ட், பெர்னார்ட் டி ஹில், டாம் ஹெல்லமர் மற்றும் டையான் ஆர் எட்வர்ட்ஸ். தானியங்கி பயிர் கண்காணிப்பு தரவுகளிலிருந்து கிரீன்லஹவுஸ் தக்காளி மக்குல், வளர்ச்சி மற்றும் நீர் பயன்பாட்டின் நரம்பியல் நெட்வோர்க் மாதிரியாக்கம். விவசாயத்தில் கணினிகள் மற்றும் மின்னணுவியல், 79(1):82-89, 2011.

[169] ரெசா பல்லவன், மத்தூத் ஜிமி மற்றும் அசடோல்லா அக்ரம். கிரீன்லஹவுஸ் கூடுதலாக உற்பத்தியை கணிக்க செயற்கை நரம்பியல் நெட்வோர்க்குகளின் ஆற்றல் உள்ளடையில், 37(1):171-176, 2012.

- [170] பென்யூமின் கோஷ்னேவிசன், ஷாஹின் ரஃபீ, மஹ்முத் ஜமிட், மர்சியே யூடெக்ஸிபி மற்றும் மேஹ்ரான் மோவாலெடி. செயற்கை நரம்பியல் நெட்வோர்க்குகளைப் பயன்படுத்தி சராவின் எஸ்பஹான் மாகாணத்தில் கோதுமை உற்பத்தியில் ஆற்றல் நுகர்வு மற்றும் g_{RF} (பக்கம் இல்ல வாயு) உமிழுவுகளை மாதிரியாக்குதல். என்றிலி, 52:333-338, 2013.
- [171] அஷ்கான் நபாவி-பெலேசராய், ரெசா அப்தி மற்றும் ஷாஹின் ரஃபீ. தர்பூசனி உற்பத்தி அமைப்புகளின் ஆற்றல் பயன்பாடு மற்றும் பக்கம் இல்ல வாயு வெளியேற்றத்தின் நரம்பியல் நெட்வோர்க் மாதிரியாக்கம். சவுதி வேளாண் அறிவியல் சங்கத்தின் இதழ், 15(1):38-47, 2016.
- [172] வாங் ஹாங்காங், வி லி, வு யோங், மெங் ஃபான்ஜியா, வாங் ஹைஹாவா மற்றும் NA சிக்ரிமில். குரிய கிரீன்ஹூவுலில் மைக்ரோக்களை மேட்டைக் கணிப்பதற்கான தொடர்ச்சியான நரம்பியல் வலையமைப்பு மாதிரி. IFAC-பேப்பர்ஸ் ஆண்டெலன், 51(17):790-795, 2018.
- [173] டே-ஹியூன் ஜங், ஹரியூங் சியோக் கிம், சாங்கோ ஜின், ஹக்-ஜின் கிம், மற்றும் கு ஹியூன் பார்க். ஒரு கிரீன்ஹூவுலாக்குள் காலநிலை நிலைமைகளை கணிக்க ஆழமான நரம்பியல் நெட்வோர்க் மாதிரிகளின் நேர-தொடர் பகுப்பாய்வு. விவசாயத்தில் கணினிகள் மற்றும் மின்னணுவியல், 173:105402, 2020.
- [174] மாசிமோ மெரெண்டா, கார்லோ போர்காரோ மற்றும் தெம்ட்ரியோ ஜேரோ. AI-இயக்கப்பட்ட ஜெடி சாதனங்களுக்கான எட்ஜ் இயந்திர கற்றல்: அமதிபாய்வு. சென்சார்கள், 20(9):2533, 2020.
- [175] ஆண்ட்ரூ ஜி. ஹோவர்ட், மெங்லாங் ஜா, போ சென், டிமிட்ரி கிலெனிசென்கோ, வெய்ஜான் வாங், டோபியாஸ் வெயாண்ட், மார்கோ ஆண்ட்ரீடோ மற்றும் ஹார்ட்விக் ஆடம். மொபைல் நெட்டுகள்: மொபைல் பார்வை பயன்பாடுகளுக்கான திறமையான கனவல்யூஷன் நியூரல் நெட்வோர்க்குகள். CoRR, abs/1704.04861, 2017. URL
- [176] ஃபாரல்ஸ் என் ஜயான்டோலா, சாங் ஹாங், மேத்யூ டிபிள்யூ மோஸ்கெலிச், காலித் அஷ்ரஃப், வில்லியம் ஜே டாலி, மற்றும் கர்ட் கீட்ஸர். SqueezeNet: 50x குறைவான அளவுக்கள் மற்றும் $<0.5 \text{ ms}$ மாதிரி அளவுடன் Alexnet-நிலை துல்லியம். arXiv முன் அச்சு arXiv:1602.07360, 2016.
- [177] மிங்சிங் டான் மற்றும் குவோக் வெ. எஃபிஷியன்ட்நெட்: கனவல்யூஷன் நியூரல் நெட்வோர்க்குகளுக்கான மாதிரி அளவிடுதலை மறுபரிசீலனை செய்தல். இயந்திர கற்றல் குறித்த சர்வதேச மாநாட்டின் செயல்முறைகளில், பக்கங்கள் 6105-6114. PMLR, 2019.
- [178] யிரென் சோ, சையத் மோஹ்சென் மூசாவி-டெஸ்பிலி, நங்கை-மேன் சிடியுங் மற்றும் பாஸ்கல் ஃப்ரோகார்ட். ஆழமான நரம்பியல் வலையமைப்பிற்கான தகவமைப்பு அளவிடு. செயற்கை நுண்ணறிவு குறித்த முப்பத்தி இரண்டாவது AAAI மாநாட்டின் நடவடிக்கைகள், 2018 இல்.
- [179] ஜீவேய் யாங், கு ஷெங், ஜான் ஜீங், சின் மெய் தியான், ஹுஉகியாங் வி, பிங் டெங், ஜீயான்கியாங் ஹாவாங் மற்றும் சியான்-ஷெங் ஹாவா. அளவுமயமாக்கல் நெட்வோர்க்குகள். கணினி பார்வை மற்றும் வடிவ அங்கீகாரம் குறித்த IEEE/CVF மாநாட்டின் நடவடிக்கைகள், பக்கங்கள் 7308-7316, 2019.
- [180] யூஜின் சோய், மொஸ்தபா எல்-காமி, மற்றும் ஜங்வோன் வி. நெட்வோர்க் அளவிட்டு வரம்பை நோக்கி. arXiv முன் அச்சு arXiv:1612.01543, 2016.
- [181] கிங் ஜீன், வின்ஜி யாங் மற்றும் ஜென்யூ லியாவோ. அடாபிட்ஸ்: தகவமைப்பு பி-அகலங்களுடன் நரம்பியல் நெட்வோர்க் அளவிடு. கணினி பார்வை மற்றும் வடிவ அங்கீகாரம் குறித்த IEEE/CVF மாநாட்டின் செயல்முறைகளில், பக்கங்கள் 2146-2156, 2020.
- [182] ஏசாக்சாவோ யாவு, யிரான் ஜாவோ, ஆஸ்டன் ஜாங், லு ச, மற்றும் தாடீக் அப்தெல்சாஹர். மெயிட்: கம்பரசர்-விமர்சகர் கட்டமைப்புடன் உணர்திறன் அமைப்புகளுக்கான ஆழமான நரம்பியல் நெட்வோர்க் கட்டமைப்புகளை சுருக்குதல். உட்பொதிக்கப்பட்ட நெட்வோர்க் கென்சார் அமைப்புகள் குறித்த 15வது ACM மாநாட்டின் செயல்முறைகளில், பக்கங்கள் 1-14, 2017.
- [183] பாவ்லோ மோல்ச்சோாவு, ஸ்டெபன் டெரி, டெரோ கர்ராஸ், டிமோ ஜூலா மற்றும் ஜான் காட்ஸ். கனவல்யூஷன் நியூரல் நெட்வோர்க்குகளை கத்தரித்தல் வள திறமையான அனுமானத்திற்காக. arXiv முன் அச்சு arXiv:1611.06440, 2016.
- [184] சஜித் அன்வர் மற்றும் வோன்யோங் சங். கரடுமரடான கத்தரித்தல் மூலம் சுருக்கமான ஆழமான கனவல்யூஷன் நியூரல் நெட்வோர்க்குகள். arXiv முன் அச்சு arXiv:1610.09639, 2016.
- [185] டியென்-ஜா யாங், யூ-ஹிசின் சென் மற்றும் வினியென் ஸ்லே. ஆற்றல், விழிப்புணர்வு கத்தரித்தல் மூலம் ஆற்றல்-திறனுள்ள கனவல்யூஷன் நியூரல் நெட்வோர்க்குகளை வடிவமைத்தல். கணினி பார்வை மற்றும் வடிவ அங்கீகாரம் குறித்த IEEE மாநாட்டின் செயல்முறைகளில், பக்கங்கள் 5687-5695, 2017.
- [186] யிவென் குவோ, அன்பாங் யாவோ மற்றும் யுரோங் சென். திறமையான டிஎன்என்களுக்கான நெடைமைக் நெட்வோர்க் அறுவை சிகிச்சை. arXiv முன்பதிவு arXiv:1608.04493, 2016.
- [187] ஜெஃப்ரி ஹின்டன், ஜூரியோல் வினைன்ஸ் மற்றும் ஜெஃப் டென். ஒரு நரம்பியல் வலையமைப்பில் அறிவை வடிக்குதல். arXiv முன் அச்சு arXiv:1503.02531, 2015.
- [188] எஸ் ஹாங், எஸ் மாவோ, மற்றும் டபிஸ்யூஜே டாவி. கத்தரித்து, பயிற்சி பெற்ற அளவு நிர்ணயம் மற்றும் ஹஃப்மேன் மூலம் ஆழமான நரம்பியல் வலையமைப்புகளை சுருக்குதல். குறியீட்டு முறை. arXiv 2015. arXiv முன் அச்சு arXiv:1510.00149.
- [189] சடோஷி நகமோட்டோ. பிட்காயின்: ஒரு பியர்-டி-பியர் மின்னணு பண அமைப்பு. கிரிப்டோகிராஃபி அஞ்சல் பட்டியல் <https://metzdowd.com>, 03 2009 இல்.
- [190] விட்டாவிக் புட்டரின். அடுத்த தலைமுறை ஸ்மார்ட் ஓப்பந்தம் மற்றும் பரவலாக்கப்பட்ட பயன்பாட்டு தளம். 2015.
- [191] மதுகுதன் சிங், அபிராஜ் சிங் மற்றும் ஷிஹோ கிம். பிளாக்கெயின்: IoT தரவைப் பாதுகாப்பதற்கான ஒரு கேம் சேஞ்சர். IEEE 4வது உலக இணைய விழய மன்றம் (WF-IoT), 2018 இன் செயல்முறைகளில். doi:10.1109/wf-iot.2018.8355182.

[192] ஸ்ப்ரியோரிக் பி. ஹல்மார்சன், குண்டாகுர் கே. ஹரியோஆர்சன், முகமது ஹம்தகா, மற்றும் கிஸ்லி ஹல்ம்டிசன். பிளாக்செயின் அடிப்படையிலான மின்-வாக்களிப்பு மறை. IEEE 11வது சர்வதேச கிளவூட் கம்பியூட்டிங் (CLOUD) மாநாடு, 2018 இன் செயல்முறைகளில். doi:10.1109/cloud.2018.00151.

[193] கிங் ஜெங் மற்றும் யிங்கே டி. பிளாக்செயினிலிருந்து டிஜிட்டல் இரண்டு சமூகம் வரை: ஸ்மார்ட் சமூக நிர்வாகத்திற்கான ஒரு தொழில்நுப்பு கட்டமைப்பு. பொது மேலாண்மை மற்றும் நுண்ணறிவு சமூகம் குறித்த சர்வதேச மாநாடு (PMIS), 2021 இல். doi:10.1109/pmis52742.2021.00068.

[194] யாப்பிங் ஜெங். பிளாக்செயினை அடிப்படையாகக் கொண்ட டிஜிட்டல் இசை வள பதிப்புரிமை மேலாண்மை வழிமறை. ஸ்மார்ட் பிளாக்செயின் (ஸ்மார்ட் பிளாக்) மீதான 3வது சர்வதேச மாநாட்டில், 2020. doi:10.1109/smartblock52591.2020.00036.

[195] விஜான் சியாவோ, வெய்ஹாங் ஹவாவாங், போங் வி, வெய்டோங் சியாவோ மற்றும் குவான்-சிங் வி. ஒரு பிளாக்செயின் அடிப்படையிலான கண்டறியக்கூடிய IP பதிப்புரிமை பாதுகாப்பு வழிமறை. IEEE அனுங்கல், 8:49532-49542, 2020. doi:10.1109/access.2020.2969990.

[196] வாவன்யா ரச்சகொண்டா, ஆனந்த் கே. பாபடலா, சரஜா பி. மொஹந்தி, மற்றும் எவியாஸ் கூகியானோஸ். SaYoPillow: தூக்கப் பழக்கத்தைக் கருத்தில் கொண்டு மன அழுத் மேலாண்மைக்கான Blockchain- ஒருங்கிணைந்த தனியிருமை-உறுதியளிக்கப்பட்ட IoT-MT கட்டமைப்பு-நுகர்வோர் மின்னணுவியல் மீதான IEEE பரிவர்த்தனைகள், 67(1):20-29, பிர்ரவரி 2021. doi:10.1109/tce.2020.3043683.

[197] ஆசாப் அஸாரியா, ஏரியல் எக்ப்ளால், தியாகோ வியேரா மற்றும் ஆண்ட்ரூ விப்மேன். மெட்ரெக்: முருத்துவ தரவு அனுகல் மற்றும் அனுமதி மேலாண்மைக்கு பிளாக்செயினைப் பயன்படுத்துதல். திந்த மற்றும் பெரிய தரவு (OBD) மீதான 2வது சர்வதேச மாநாட்டின் செயல்முறைகளில். IEEE, ஆகஸ்ட் 2016. doi:10.1109/oobd.2016.11.

[198] தீபக் புதல், சரஜா பி. மொஹந்தி, பிரியதர்சி நந்தா, எவியாஸ் கூகியானோஸ் மற்றும் கெளதம் தாஸ். வள-கட்டுப்படுத்தப்பட்ட விநியோகிக்கப்பட்ட அமைப்புகளில் அளவிக்கூடிய பிளாக்செயினுக்கான அங்கீகாரச் சான்று. IEEE சர்வதேச நுகர்வோர் மின்னணுவியல் மாநாடு (ICCE), 2019 இன் செயல்முறைகளில். doi:10.1109/icce.2019.8662009.

[199] ஹ்ர்சின்-தே வு மற்றும் சன்-வெய் சாய். தனியார் பிளாக்செயின்களை அடிப்படையாகக் கொண்ட ஒரு அறிவிவார்ந்த விவசாய வலையமைப்பு பாதுகாப்பு அமைப்பு. ஐர்ன்ஸ் ஆஃப் கம்பியனிகேஷன்ஸ் அண்ட் நெட்வொர்க்ஸ், 21(5):503-508, அக்டோபர் 2019. doi:10.1109/jcn.2019.000043.

[200] பிரத்திப் குமார் சுமா, செளரப் சிங், யங்-சிங் ஜீயோங், மற்றும் ஜாங் ஹியூக் பார்க். டிஸ்டிபிளாக்நெட்: IoT நெட்வொர்க்குக்குகான விநியோகிக்கப்பட்ட பிளாக்செயின்களை அடிப்படையாகக் கொண்ட பாதுகாப்பான SDN கட்டமைப்பு. IEEE கம்பியனிகேஷன்ஸ் இதழ், 55(9):78-85, 2017. doi:10.1109/mcom.2017.1700041.

[201] விஜிங் சோ, விச்செங் வாங், யிரு சன், மற்றும் பின் எல்வி. ரீக்பர்: பாதுகாப்பான சேமிப்பு மற்றும் ஹோமோமார்பிக் கணக்கீடு கொண்ட ஒரு பிளாக்செயின் அடிப்படையிலான IoT அமைப்பு. IEEE அனுங்கல், 6:43472-43488, 2018. doi:10.1109/access.2018.2847632.

[202] மிங்சின் மா, குவோவெஜன் ஷி மற்றும் லீபெங்குவா லி. IoT குழுநிலையில் பதினிலை அனுகல் கட்டுப்பாட்டுக்கான தனியுரிமை சார்ந்த பிளாக்செயின் அடிப்படையிலான விநியோகிக்கப்பட்ட முக்கிய மேலாண்மை கட்டமைப்பு. IEEE அனுங்கல், 7:34045-34059, 2019. doi:10.1109/access.2019.2904042.

[203] AKBapatla மற்றும் பலர். sfarm: ஸ்மார்ட் விவசாயத்திற்கான ஒரு விநியோகிக்கப்பட்ட லெட்ஜர் அடிப்படையிலான தொலைதூர பயிர் கணக்காணிப்பு அமைப்பு. 4வது IFIP சர்வதேச இணைய விசெயங்கள் (IoT) மாநாட்டின் (IFIP-IoT), 2021, 2021, ஏற்றுக்கொள்ளப்பட்டது, பத்திரிகையில்.

[204] ஷோவோன் பால், ஜாபைர் இஸ்லாம் ஜாய், ஷெல்லா சர்க்கர், அப்துல்லா அல் ஹாரிஸ் ஷாகிப், ஷெரிரிப் அகமது மற்றும் அமித் குமார் தாஸ். பிளாக்செயின் மூலம் இடைத்தரகர்கள் இல்லாமல் விவசாயம் செய்வதற்கான ஒரு வழக்கத்திற்கு மாறான வழி. தொழில்துறை 4.0 (STI) க்கான நிலையான தொழில்நுட்பங்கள் குறித்த சர்வதேச மாநாட்டில். IEEE, டிசம்பர் 2019. doi:10.1109/sti47673.2019.9068007.

[205] ஹான்கிங் வி, ஜியானோக் கால், யானி யாங், சியங் வியோங் துங், ஷான் ஜியாங், பின் டாங், யாங் லியு, சியாவோகிங் வாங் மற்றும் யூமிங் டெங். பிளாக்செயினைப் பயன்படுத்தி விநியோகச் சங்கிலியில் தரவு மேலாண்மை: சவால்கள் மற்றும் ஒரு வழக்கு ஆய்வு. கணினி தொடர்பு மற்றும் நெட்வொர்க்குகள் குறித்த 28வது சர்வதேச மாநாட்டின் (ICCCN) செயல்முறைகளில். IEEE, ஜூலை 2019. doi:10.1109/icccn.2019.8846964.

[206] சித்ரா மாலிக், வோல்கள் டெட்டியோக்லூ, சலில் எஸ். கன் ஹேர், மற்றும் ராஜா ஜார்டக். டிரஸ்ட்டெயின்: பிளாக்செயினில் நம்பிக்கை மேலாண்மை மற்றும் IoT ஆதரவு விநியோகச் சங்கிலிகள். IEEE சர்வதேச பிளாக்செயின் மாநாடு (பிளாக்செயின்) தொடர்பான செயல்முறைகளில். IEEE, ஜூலை 2019. doi:10.1109/blockchain.2019.00032.

[207] லீபங் தியான். RFID & blockchain தொழில்நுட்பத்தை அடிப்படையாகக் கொண்ட சீனாவிற்கான வேளாண்-உணவு விநியோகச் சங்கிலி கண்டியியும் அமைப்பு. சேவை அமைப்புகள் மற்றும் சேவை மேலாண்மை (ICSSSM) தொடர்பான 13வது சர்வதேச மாநாட்டின் செயல்முறைகளில். IEEE, ஜூன் 2016. doi:10.1109/icsssm.2016.7538424.

[208] டோனா கைட் மற்றும் மேஜ்ட் எம். எஸ்ஜோஸர். விநியோகச் சங்கிலி தரப்பினரிடையே தவணை கட்டணத்தை தானியக்கமாக்க பிளாக்செயினைப் பயன்படுத்துதல். 14வது சர்வதேச கணினி பொறியியல் மாநாட்டில் (ICENCO). IEEE, டிசம்பர் 2018. doi:10.1109/encoco.2018.8636131.

[209] பி.எம்.ஏ.எல். பஸ்நாயக்க மற்றும் சி. ராஜபகஷி. கரிம உணவு விநியோகச் சங்கிலியின் வெளிப்படைத்தன்மையை உறுதி செய்வதற்கான ஒரு பிளாக்செயின் அடிப்படையிலான பரவலாக்கப்பட்ட அமைப்பு. ஸ்மார்ட் கம்பியூட்டிங் மற்றும் சீஸ்டம்ஸ் இன்ஜினியரிங் (SCSE) தொடர்பான சர்வதேச ஆராய்ச்சி மாநாட்டில். IEEE, மார்ச் 2019. doi:10.23919/scse.2019.8842690.

[210] கிஜான் வின், ஹவாவாய்சென் வாங், சியாஃபி பெய் மற்றும் ஜான்யு வாங். பிளாக்செயின் மற்றும் EPCSIS அடிப்படையிலான உணவுப் பாதுகாப்பு கணக்காணிப்பு அமைப்பு. IEEE அனுங்கல், 7:20698-20707, 2019. doi:10.1109/access.2019.2897792.

- [211] இந்திரனில் நாத். பிளாக்செயினில் காப்பீட்டு மோசடியை எதிர்த்துப் போராட தரவு பரிமாற்ற தளம். IEEE 16வது செயல்முறைகளில் தரவுச் சர்வகப் பட்டறைகள் குறித்த சர்வதேச மாநாடு (ICDMW). IEEE, திசம்பர் 2016. doi:10.1109/icdmw.2016.0121.
- [212] வறட்சி அடிப்படையிலான காப்பீட்டுக்கான TQ நுயென், AK தால் மற்றும் LT டிரான். NEO ஸ்மார்ட் ஒப்பந்தம். IEEE கணிய மின் மற்றும் கணினி பொறியியல் மாநாட்டில் (CCECE) செயல்முறைகள். IEEE, மே 2019. doi:10.1109/ccece.2019.8861573.
- [213] வெள்ளட்டா அலெக்ஸீவா, ஹ்ரிஸ்தோ வால்க்கரோவ் மற்றும் அன்டன் ஹ்ராவியன். தனியார் மற்றும் பொது பிளாக்செயின்களை அடிப்படையாகக் கொண்ட ஸ்மார்ட் ஒப்பந்தங்கள். காப்பீட்டு சேவைகளின் நோக்கத்திற்காக. சர்வதேச ஆப்டோமேட்டிக்ஸ் மற்றும் இன்ஃபர்மேடிக்ஸ் மாநாட்டில் செயல்முறைகள் (ICAII). IEEE, அக்டோபர் 2020. doi:10.1109/ica50593.2020.9311371.
- [214] தீபக் புத்தல் மற்றும் சரஜா பி. மொஹந்தி. அங்கீகார் சான்று: IoT-க்கு ஏற்ப பிளாக்செயின்கள். IEEE சாத்தியங்கள், 38(1): 26-29, ஜூன் 2019. doi:10.1109/mpot.2018.2850541.
- [215] சுக்ருதா எல்ட் வாங்கிபுரம், சரஜா பி. மொஹந்தி, மற்றும் எவியாஸ் கெள்கியானோ. கோவிசெயின்: ஒரு பிளாக்செயின் அடிப்படையிலான கட்டமைப்பு தொற்றுநோய் வெடிப்புகளின் போது சுகாதாரப் பாதுகாப்பு சைபர்-இயற்பியல் அமைப்புகளில் மறுக்க முடியாத தொடர்புத் தடமறிதலுக்காக. SN கணினி அறிவியல், 2(5), ஜூன் 2021. doi:10.1007/s42979-021-00746-x.
- [216] சஜித் பிஸ்வாஸ், காவிழிப் பெஷீப், ஃபேன் லி, அனுபம் குமார் பைராகி, ஜோஹூப் லத்தீப் மற்றும் சரஜா பி. மொஹந்தி. குளோப்செயின்: உலகளாவிய சுகாதாரத் தரவுப் பகிர்வுக்கான ஒரு இயங்கக்கூடிய பிளாக்செயின் - ஒரு COVID-19 முன்னோக்கு. IEEE நுகர்வோர் எலக்ட்ரானிக்ஸ் இதழ், 10(5):64-69, செப் 2021. doi:10.1109/mce.2021.3074688.
- [217] அமெரிக்க வேளாண்மைத் துறை மற்றும் NASS. வேளாண்மை மக்கள் தொகை கணக்கெடுப்பு, 2021. URL . கடைசியாக அணுகப்பட்டது 30 அக்டோபர் 2021 அன்று.
- [218] USDA மற்றும் NASS. பயிர் நிலை மற்றும் மன் ஈர்ப்பத பகுப்பாய்வு, 2021. URL கடைசியாக அக்டோபர் 30, 2021 அன்று அனுகப்பட்டது.
- [219] kaggle தரவுத்தொகுப்பு. தாவர நோய், அக்டோபர் 2018. URL கடைசியாக அக்டோபர் 30, 2021 அன்று அனுகப்பட்டது.
- [220] மாதுளை பழம் தரவுத்தொகுப்பு. URL ஜூ
- [221] சீன முட்டைக்கோஸ் நோய் தரவுத்தொகுப்பு. <https://www.kaggle.com/giane901/chinese-cabbage-disease-detection>.
- [222] தேசிய கூட்டுறவு மன் ஆய்வு. மன் தன்மை தரவு, . URL கடைசியாக அனுகப்பட்டது 30 அக்டோபர் 2021 அன்று.
- [223] அமெரிக்க புவியியல் ஆய்வு. மதிப்பிடப்பட்ட வருடாந்திர விவசாய பூச்சிக்கொல்லி பயன்பாடு, . URL கடைசியாக அனுகப்பட்டது 30 அக்டோபர் 2021 அன்று.
- [224] யுள்ள புவியியல் ஆய்வு. அமெரிக்காவில் மொத்த நீர் பயன்பாடு, 2015. URL கடைசியாக அனுகியது 30 அக்டோபர் 2021 அன்று.
- [225] USGeological Survey. அமெரிக்காவில் நீர் பயன்பாடு, 2015. URL கடைசியாக அனுகப்பட்டது 30 அக்டோபர் 2021 அன்று.
- [226] யுள்ளீயாலஜிகல் சர்வே. நிலத்தடி நீர் தரம், . URL கடைசியாக அனுகப்பட்டது 30 அக்டோபர் 2021 அன்று.
- [227] USD வேளாண் துறை. பேரிடர் பகுப்பாய்வு, 2021. URL கடைசியாக அனுகப்பட்டது 30 அக்டோபர் 2021 அன்று.
- [228] கிளேர் ஜி. போரியன், ஜெங்கலேப் யாக், ஏவரி சான்ட்போர்ன், பேட்ரிக் வில்லிஸ், மற்றும் பாரி லேஹக். செயல்பாட்டு வேளாண்மை சென்டினல்-1 செயற்கை துளை ரேடார் மூலம் வெள்ள கண்காணிப்பு. IGARSS 2018 - 2018 IEEE இன்டர்நேஷனலில் புவி அறிவியல் மற்றும் தொலை உணர்வு கருத்தரங்கு, பக்கங்கள் 5831-5834, 2018. doi:10.1109/IGARSS.2018.8519458.
- [229] கேப்ரியல் சிக்னோர்ட்டி, மரியன்னே சில்லா, பெட்ரோ ஆண்ட்ரேட், இவனோவிச் சில்லா, எமிலியானோ சிசினி மற்றும் பாவலோ ஃபெராரி. ஒரு தரவு விசித்திரத்தன்மையின் அடிப்படையில் ஐஷை சூழல்களுக்கான டைணியில் சுருக்க வழிமுறையை உருவாக்குகிறது. சென்சார்கள், 21(12):4153, 2021.
- [230] ஷீதல் ஜோவீ, சரஜா பி. மொஹந்தி, மற்றும் எவியாஸ் கல்கியானோஸ். PUF-களைப் பற்றி நீங்கள் தெரிந்து கொள்ள விரும்பிய அனைத்தும். IEEE சாத்தியக்கல்லூகள், 36(6):38-46, 2017. doi:10.1109/MPT.2015.2490261.
- [231] கார்சன் லாப்ரடோ, ஹிமான்தூ தப்லியால், மற்றும் சரஜா பி. மொஹந்தி. தாழ்வான பகுதிகளில் வாகனப் பாதுகாப்பை பலப்படுத்துதல் மேல்நிலை இயற்பியல் ரத்தியாக அன்களோன் செய்ய முடியாத செயல்பாடுகள். ஜே. எமர்ஜ். டெக்னோல். கம்ப்யூட். சில்ட், 18(1), 2021. ஜூலைஸ்டன் 1550-4832. டோய்:10.1145/3442443.
- [232] வெரோனிகா சைஸ்-ரூபியோ மற்றும் பிரான்சிஸ்கோ ரோவிரா-மால். ஸ்மார்ட் வேளாண்மையிலிருந்து வேளாண்மை 5.0 வரை: அறுவடை பற்றிய ஒரு மதிப்பாய்வு மேலாண்மை. வேளாண்மை, 10(2):207, 2020.
- [233] இவான் டிஜீ ஃப்ரேசர் மற்றும் மால்கம் கேம்பல். வேளாண்மை 5.0: உற்பத்தியை கிரக ஆரோக்கியத்துடன் சமரசம் செய்தல். ஓன்று ஏர்த், 1(3):278-280, 2019.

ஆசிரியர்கள்



அலகானந்த மித்ரா 2001 ஆம் ஆண்டு கல்கத்தா பல்கலைக்கழகத்தின் பிரசிடென்சி கல்லூரியில் இயற்பியலில் இளங்கலை அறிவியல் (ஹானஸ்) பட்டத்தையும் , 2004 மற்றும் 2006 ஆம் ஆண்டுகளில் கல்கத்தா பல்கலைக்கழகத்தின் ரேடியோபிஶிக்ஸ் மற்றும் எலக்ட்ரானிக்ஸ் நிறுவனத்தில் முறையே கதிரியக்க இயற்பியல் மற்றும் எலக்ட்ரானிக்ஸ் துறையில் இளங்கலை மற்றும் முதுகலைப் பட்டத்தையும் பெற்றார். அவர் தற்போது அமெரிக்காவின் பெண்டனில் உள்ள வடக்கு டெக்சாஸ் பல்கலைக்கழகத்தில் கணினி அறிவியல் மற்றும் பொறியியல் துறையில் ஸ்மார்ட் எலக்ட்ரானிக்ஸ் சிஸ்டம்ஸ் ஆய்வுக்கத்தில் (SESL) ஆராய்ச்சி குழுவில் முனைவர் பட்டம் பெற்ற மாணவியாக உள்ளார். அவரது பாடசெந்திப் பணியுடன், அவர் துறையில் கற்பித்தல் உதவியாளராகவும் பணியாற்றுகிறார். அவர் 2006 முதல் 2007 வரை இந்திய புள்ளிவிவர நிறுவனத்தில் மேம்பட்ட கணினி மற்றும் நுண் மின்னணுவியல் பிரிவில் தீட்ட இணைக்கப்பட்ட பணியாளர் பணியாற்றியுள்ளார். அவரது ஆராய்ச்சி ஆர்வங்களில் செயற்கை அறிவியல் அடங்கும். நுண்ணாறில், இயந்திர கற்றல், ஆழமான கற்றல், எட்ஜ் AI, மற்றும் பல ஊடக தடயியல், ஸ்மார்ட் விவசாயம் மற்றும் ஸ்மார்ட் சுகாதாரப் பராமரிப்பில் AI/ML அணுகுமுறைகளின் பயன்பாடு .



சுக்ருதா எல்.டி.வாங்கி புரம் 2012 ஆம் ஆண்டு வைற்றாபாத்தில் உள்ள ஜவஹர்லால் நேரு தொழிலநுட்ப பல்கலைக்கழகத்தில் கணினி அறிவியலில் முதுகலைப் பட்டமும் , 2007 ஆம் ஆண்டு வைற்றாபாத்தில் உள்ள உஸ்மானியா பல்கலைக்கழகத்தில் தகவல் தொழிலநுட்பத்தில் இளங்கலைப் பட்டமும் பெற்றார். தற்போது, அமெரிக்காவின் பெண்டனில் உள்ள வடக்கு டெக்சாஸ் பல்கலைக்கழகத்தில் கணினி அறிவியல் மற்றும் பொறியியலில் ஸ்மார்ட் எலக்ட்ரானிக்ஸ் சிஸ்டம்ஸ் ஆய்வுக்கத்தில் (SESL) ஆராய்ச்சி குழுவில் முனைவர் பட்ட மாணவராக சேர்ந்துள்ளார். 2012-2015 வரை வைற்றாபாத்தில் உள்ள மெதடிஸ்ட் பொறியியல் மற்றும் தொழிலநுட்பக் கல்லூரியில் கணினி அறிவியல் பொறியியல் துறையில் உதவிப் பேராசிரியராகவும், 2007-2009 வரை இந்தியாவின் சுவாமி விவேகானந்தா தொழிலநுட்ப நிறுவனத்தில் தகவல் தொழிலநுட்பத் துறையில் கற்பித்தல் உதவியாளராகவும் பணியாற்றியுள்ளார் . வலை நிரலாக்க சேவைகள், சேவைகள் சார்ந்த கட்டிடக்கலை, கிளவுட் கம்ப்யூடிங், சுகாதாரப் பராமரிப்பில் பிளாக்கெயினின் பயன்பாடு மற்றும் ஸ்மார்ட் வேளாண்மை ஆகியவை அவரது ஆராய்ச்சி ஆர்வங்கள் .



ஆனந்த குமார் பாபட்லா, 2014 ஆம் ஆண்டு இந்தியாவின் விசாகப்பட்டினத்தில் உள்ள காயத்ரி வித்யா பரிஷத் பொறியியல் கல்லூரியில் மின்னணுவியல் மற்றும் தொடர்பியல் துறையில் இளங்கலை தொழிலநுட்பம் (பி. டெக்) பட்டம் பெற்றார். 2019 ஆம் ஆண்டு அமெரிக்காவின் பெண்டனில் உள்ள வடக்கு டெக்சாஸ் பல்கலைக்கழகத்தில் எம்.எஸ்.கி.இ பட்டம் பெற்றார். தற்போது அவர் டெக்சாஸின் பெண்டனில் உள்ள வடக்கு டெக்சாஸ் பல்கலைக்கழகத்தில் கணினி அறிவியல் மற்றும் பொறியியலில் ஸ்மார்ட் எலக்ட்ரானிக்ஸ் சிஸ்டம்ஸ் ஆய்வுக்கத்தில் (SESL) ஆராய்ச்சி குழுவில் முனைவர் பட்டம் பெற்றுள்ளார் . அவரது ஆராய்ச்சி ஆர்வங்களில் ஸ்மார்ட் ஹெல்த்கேர் மற்றும் ஸ்மார்ட் வேளாண்மைக்கான வனபொருள் உதவி பாதுகாப்பு மற்றும் பிளாக்கெயின் அடிப்படையிலான IoT சாதனப் பாதுகாப்பு ஆகிய துறைகளில் அவரது ஆராய்ச்சி ஆர்வங்கள் உள்ளன .



வெங்கட கே.வி.வி. பதலப்பள்ளி, 2020 ஆம் ஆண்டு இந்தியாவின் திருப்பதியில் உள்ள பூர் வெங்கடேஸ்வரா பல்கலைக்கழகத்தில் மின்னணுவியல் மற்றும் தொடர்பு பொறியியலில் பி.டெக். பட்டம் பெற்றார் . தற்போது அமெரிக்காவின் பெண்டன், டெக்சாஸில் உள்ள வடக்கு டெக்சாஸ் பல்கலைக்கழகத்தின் ஸ்மார்ட் எலக்ட்ரானிக்ஸ் சிஸ்டம்ஸ் ஆய்வுக்கத்தில் (SESL) ஆராய்ச்சி குழுவில் முனைவர் பட்டம் பெற்றுள்ளார் . அவரது ஆராய்ச்சி ஆர்வங்களில் ஸ்மார்ட் ஹெல்த்கேர் மற்றும் ஸ்மார்ட் வேளாண்மைக்கான வனபொருள் உதவி பாதுகாப்பு மற்றும் பிளாக்கெயின் அடிப்படையிலான IoT சாதனப் பாதுகாப்பு ஆகிய துறைகளில் அவரது ஆராய்ச்சி ஆர்வங்கள் உள்ளன .



சர்ஜா பி. மொஹந்தி 1995 ஆம் ஆண்டு புவனேஸ்வரில் உள்ள ஓரிசா வேளாண்மை மற்றும் தொழில்நுட்ப பல்கலைக்கழகத்தில் மின் பொறியியலில் இளங்கலைப் பட்டம் (ஹானர்ஸ்) பெற்றார், 1999 ஆம் ஆண்டு பெங்களூரில் உள்ள இந்திய அறிவியல் நிறுவனத்தில் சிஸ்டம்ஸ் சமீன்ஸ் மற்றும் ஆட்டோமேஷனில் முதுகலைப் பட்டம் பெற்றார், 2003 ஆம் ஆண்டு டம்பாவில் உள்ள தெற்கு புளோரிடா பல்கலைக்கழகத்தில் கணினி அறிவியல் மற்றும் பொறியியலில் முனைவர் பட்டம் பெற்றார். அவர் வடக்கு டெக்காஸ் பல்கலைக்கழகத்தில் பேராசிரியராக உள்ளார்.

அவரது ஆராய்ச்சி "ஸ்மார்ட் எலக்ட்ரானிக் சிஸ்டம்ஸ்" இல் உள்ளது, இது தேசிய அறிவியல் அறக்கட்டளைகள் (NSF), குறைக்கடத்தி ஆராய்ச்சி கழகம் (SRC), அமெரிக்க விமானாப்பலை, IUSSTF மற்றும் மின்ச் புதுமை ஆகியவற்றால் நிதியளிக்கப்பட்டுள்ளது. அவர் 400 ஆராய்ச்சி கட்டுரைகள், 4 புத்தகங்கள் மற்றும் 7 வழங்கப்பட்ட மற்றும் நிலுவையில் உள்ள காப்புரிமைகளை ஏழதியுள்ளார்.

அவரது கூகிள் ஸ்காலர் டி-குறியீடு 45 மற்றும் 10-குறியீடு 8500 மேற்கொள்கூடியது 180 ஆகும். அவர் ஸ்மார்ட் சிட்டிஸ் தொழில்நுட்பத்தில் ஒரு தொலைநோக்கு ஆராய்ச்சியாராகக் கருதப்படுகிறார். இதில் அவரது ஆராய்ச்சி பாதுகாப்பு மற்றும் ஆற்றல் விழிப்புணர்வு மற்றும் AI/ML-இருங்கிணைந்த ஸ்மார்ட் கூகுகளைக் கையாள்கிறது. வள்பொருள்-உதவி பாதுகாப்பு (HAS)

அல்லது வடிவமைப்பு மூலம் பாதுகாப்பு (Sbd) கொள்கையைப் பயன்படுத்தி வடிவமைக்கப்பட்ட உள்ளமைக்கப்பட்ட பாதுகாப்பு

அம்சங்களுடன் 2004 இல் செக்டூர் டிஜிட்டல் கேமராவை (SDC) அறிமுகப்படுத்தினார். 2004 ஆம் ஆண்டில் முதல் டிஜிட்டல் வாட்டர்மார்க்கிங் சிபிபிற்கும், 2006 ஆம் ஆண்டில் முதன்முதலில் குறைந்த சக்தி கொண்ட டிஜிட்டல் வாட்டர்மார்க்கிங் சிபிபிற்கும் வடிவமைப்பாராக அவர் பரவலாகப் பாராட்டப்படுகிறார். அவர் 13 சிறந்த காகித விருதுகள், 2020 இல் ஃபுல்பிரைட் நிபுணர் விருது, 2020 இல் IEEE நுகர்வோர் மின்னணு சங்கத்தின் சிறந்த சேவை விருது, 2018 இல் IEEE-CS-TCVLSI சிறப்பு தலைமைத்துவ விருது மற்றும் 2016 இல் இயற்பியல் அறிவியல் மற்றும் கணித பிரிவில் சிறந்த பாடப்பட்டத்திற்கான PROSE விருது ஆகியவற்றைப் பெற்றுள்ளார். அவர் 15 முக்கிய குறிப்புகளை வழங்கியுள்ளார் மற்றும் பல்வேலு சர்வதேச மாநாடுகளில் 13 பேஞ்சல்களில் பணியாற்றியுள்ளார். அவர் பல சக மதிப்பாய்வு செய்யப்பட்ட சர்வதேச பரிவர்த்தனைகள்/பத்திரிகைகளின் ஆகிரியர் குழுவில் பணியாற்றி வருகிறார், இதில் IEEE பரிவர்த்தனைகள் ஆண் பிக் டேட்டா (TBD), IEEE பரிவர்த்தனைகள் ஆண் கம்பியூட்டர்-எம்ப்ட் டிசென் ஆஃப் இன்டக்நிரேட்ட் சர்க்குட்டஸ் அண்ட் சிஸ்டம்ஸ் (TCAD), IEEE பரிவர்த்தனைகள் ஆண் கண்ஸ்யூமர் எலக்ட்ரானிக் சிஸ்டம்ஸ் (TCE), மற்றும் ACM ஜூர்னல் ஆண் எமர்ஜிங் டெக்னாலஜிஸ் இன் கம்ப்யூட்டிங் சிஸ்டம்ஸ் (JETC) ஆகியவை அடங்கும். 2016-2021 காலகட்டத்தில் IEEE நுகர்வோர் மின்னணு இதழின் (MCE) தலைமை ஆசிரியாக (EIC) பணியாற்றியுள்ளார். 2014-2018 காலகட்டத்தில் மிகப் பெரிய அளவிலை ஒருங்கிணைப்பு (TCVLSI) தொழில்நுட்பக் குழுவின் தலைவராகவும், 2019-2021 காலகட்டத்தில் IEEE கணினி சங்கத்தின் (IEEE-CS) ஆராந்தர்கள் குழுவிலும் பணியாற்றியுள்ளார். பல சர்வதேச மாநாடுகளின் வழிகாட்டுதல், ஒழுங்கமைத்தல் மற்றும் நிரல் குழுக்களில் அவர் பணியாற்றியுருகிறார். ஸ்மார்ட் எலக்ட்ரானிக் சிஸ்டம்ஸ் (IEEE-iSES) குறித்த IEEE சர்வதேச கருத்தரங்கு, VLSI (ISVLSI) குறித்த IEEE-CS கருத்தரங்கு மற்றும் OITS சர்வதேச தகவல் தொழில்நுட்ப மாநாடு (OCIT) ஆகியவற்றின் நிறுவன வழிகாட்டுதல் குழுவின் தலைவர்/துணைத் தலைவராக அவர் உள்ளார். அவர் 2 முனைவர் பட்டப் படிப்புக்கு பின்தைய ஆராய்ச்சியாளர்களுக்கு வழிகாட்டியுள்ளார், மேலும் 13 முனைவர் பட்ட ஆய்வுக் கட்டுரைகள், 26 MS ஆய்வுக்கைகள் மற்றும் 11 இளங்கலை திட்டங்களை மேற்பார்வையிட்டுள்ளார்.



எலியாஸ் கூகியானோல் 1985 ஆம் ஆண்டு கிடேக்கத்தின் ப்ராஸ் பல்கலைக்கழகத்தில் BSEE பட்டத்தையும், 1987 இல் MSE பட்டத்தையும், 1988 இல் இயற்பியலில் MS பட்டத்தையும், 1997 இல் EE இல் Ph.D பட்டத்தையும் பெற்றார், இவை அனைத்தும் ஓரசியான மாநில பல்கலைக்கழகத்தில் இருந்து. 1988 முதல் 1998 வரை அவர் ஹாஸ்டன் மற்றும் டல்லாஸ், TX இல் உள்ள Texas Instruments, Inc. இல் பணியாற்றினார். 1998 ஆம் ஆண்டில் அவர் பீனிக்ஸ், AZ இல் Avant! Corp. (இப்போது Synopsys) இல் மூத்த பயன்பாட்டு பொறியாளராக சேர்ந்தார், 2000 ஆம் ஆண்டில் டல்லாஸ், TX இல் உள்ள Cadence Design Systems, Inc. இல் அனலாக்/மிக்ஸ்ட்-சிக்னல் தனிப்பயன் IC வடிவமைப்பில் மூத்த கட்டடக் கலைஞராக சேர்ந்தார். அவர் 2004 முதல் UNT இல் பணியாற்றி வருகிறார். அவர் பென்டன், டெக்காஸில் உள்ள வடக்கு டெக்காஸ் பல்கலைக்கழகத்தில் (UNT) மின் பொறியியல் துறையில் பேராசிரியராக உள்ளார். அவரது ஆராய்ச்சி ஆர்வங்கள் அனலாக்/கலப்பு-சிக்னல்/RF IC வடிவமைப்பு மற்றும் உருவகப்படுத்துதல் மற்றும் மல்டிமியா பயன்பாடுகளுக்கான VLSI கட்டடமைப்புகளை உருவாக்குதல் ஆகியவற்றில் உள்ளன. அவர் 200 க்கும் மேற்பட்ட சக மதிப்பாய்வு செய்யப்பட்ட பத்திரிகை மற்றும் மாநாட்டு வெளியீடுகளின் ஆசிரியர் ஆவார்.



சித்தரஞ்சன் ரே, நெப்ராஸ்கா-விங்கள் பல்கலைக்கழகத்தில் சிலில் மற்றும் சுற்றுச்சூழல் பொறியியல் பேராசிரியராகவும், நெப்ராஸ்கா பல்கலைக்கழகத்தில் உள்ள நெப்ராஸ்கா நீர் மையத்தின் இயக்குநராகவும் உள்ளார். நீர் அளவு மற்றும் நீர் தரப் பிரச்சினைகளை நிர்வகிப்பதில் பல அம்சங்களில் அவருக்கு விரிவான அனுபவம் உள்ளது, குறிப்பாக நிலத்தடி நீர் தரத்தில் வேதியியல் மற்றும் நோய்க்கிருமி தாக்கங்கள்; வாடோஸ் மண்டலத்தில் ஒட்டம் மற்றும் போக்குவரத்து செயல்முறைகள், குறைந்த விலை நீர் விநியோகத்திற்கான தொழில்நுட்பங்கள் மற்றும் விவசாயம்-நீர்/ஆற்றல் தொடர்பு போன்ற துறைகளில் நீர்வாய் முன்பு ஹவாய்-மனோவா பல்கலைக்கழகத்தில் நீர்வாய் ஆராய்ச்சி மையத்தின் இடைக்கால இயக்குநராகவும் பணியாற்றினார். ரே பல்கலைக்கழகத்தின் சுற்றுச்சூழல் மையத்தின் இயக்குநராகவும், ஹவாய் பல்கலைக்கழகத்தில் அமெரிக்க கடற்படை நிதியுதவி வசதியான பயன்பாட்டு ஆராய்ச்சி ஆய்வுக்கத்திற்கான தலைவரம் சுற்றுச்சூழல் பொறியாளராகவும் இருந்தார். அவர் தொழில்துறையிலும் இல்லினாய்ஸ் மாநில நீர் ஆய்விலும் பதவிகளை வகித்துள்ளார்.