

AI in Agriculture: Essay for the "Artificial Intelligence" course ZS 2022/2023

Mykola Holovetskyi
bachelor student of Intelligent Systems
KKUI, FEI TUKE
Email: mykola@null.net

Abstract—Poľnohospodárstvo a agropriemyselný komplex sú kľúčovými odvetvami hospodárstva krajiny, ktoré zabezpečujú potraviny potrebné pre všetky činnosti ľudského života.

V dôsledku rastu populácie a obmedzených možností využívania pôdy sa čoraz naliehavejšie prejavuje aj problém nedostatku finálnych produktov z poľnohospodárskeho sektora, ktorý by zabezpečil ich vysokú kvalitu pre všetkých konečných spotrebiteľov. Pri riešení tohto problému môžu veľmi pomôcť moderné a revolučné technológie umelej inteligencie.

Ide o zovšeobecnenie a systematizáciu poznatkov o potenciálnych technológiách umelej inteligencie v poľnohospodárstve, ktoré zabezpečia obyvateľom kvalitné potravinové výrobky a zároveň umožnia spoločnostiam, ktoré ich uvádzajú na trh, získať primerané konkurenčné výhody.

V súčasnosti sa tento nástroj vo veľkej miere uplatňuje vo všetkých odvetviach národného hospodárstva, takže neexistujú žiadne osobitné prekážky pre jeho používanie v poľnohospodárstve. Táto technológia umožňuje do značnej miery automatizovať výrobné a kontrolné procesy, ako aj objasňovať vzťahy vo veľkom množstve neštruktúrovaných údajov. To je cieľom tohto článku. Článok systematizuje vedecké poznatky o moderných technológiách v poľnohospodárstve, kde sa úspešne uplatňujú technológie umelej inteligencie.

1. Úvod: na čo sa pozeráme?

Poľnohospodárstvo je základom udržateľnosti každého hospodárstva. Poľnohospodárska činnosť je v súčasnosti hlavným zdrojom obživy, zvyšuje HDP, je zdrojom národného obchodu, znižuje nezamestnanosť, poskytuje suroviny pre výrobu ostatných odvetví a rozvíja hospodárstvo ako celok. Keďže svetová populácia exponenciálne rastie, je nevyhnutné, aby sa poľnohospodárske postupy prehodnotili s cieľom poskytnúť inovatívne prístupy na udržanie a zlepšenie poľnohospodárskej činnosti.

V minulosti sa poľnohospodárska činnosť obmedzovala na výrobu potravín a plodín. V posledných dvoch desaťročiach sa však rozvinula do oblasti spracovania, výroby, predaja a distribúcie rastlinných a živočíšnych výrobkov. Nasadenie umelej inteligencie v poľnohospodárstve umožní ďalší technologický pokrok vrátane analýzy veľkých objemov údajov, robotiky, internetu vecí, dostupnosti lacných senzorov a kamier, tech-

nológie dronov a dokonca aj rozsiahleho prístupu na internet na geograficky rozptýlených poliach. Zohráva kľúčovú úlohu v dlhodobom hospodárskom raste a štrukturálnych zmenách, hoci sa to môže v jednotlivých krajinách líšiť. Analýzou zdrojov údajov o hospodárení s pôdou, ako sú teplota, počasie, analýza pôdy, vlhkosť a história plodín, môžu systémy umelej inteligencie poskytovať predvídateľné informácie o tom, ktoré plodiny sa majú v danom roku pestovať a kedy je optimálny termín výsadby a zberu v danej oblasti, čím sa zvýšia výnosy a zníži spotreba vody, hnojív a pesticídov.

Technológia umelej inteligencie má potenciál znížiť vplyv na prírodné ekosystémy a zvýšiť bezpečnosť pracovníkov, čo následne zníži ceny potravín a zabezpečí, aby produkcia potravín držala krok s rastúcou populáciou.

2. Prínosy AI pre poľnohospodárstvo

Ako zložitá technológia s viacerými podmnožinami a typmi môže umelá inteligencia poskytnúť poľnohospodárstvu algoritmy a aplikácie rôznej úrovne zložitosti. UI môžete napríklad použiť v poľnohospodárstve na niečo také jednoduché, ako je monitorovanie životných funkcií hospodárskych zvierat, na identifikáciu zdravotných problémov. Alebo môžete použiť počítačové videnie a klasifikovať paradajky podľa odrody pomocou strojového učenia. Alebo môžete ísť ešte ďalej a predpovedať počasie pomocou hlbokého učenia. Ak tak urobíte, UI odhalí vzory počasia v historických údajoch zo satelitov a senzorov a zaznamená značky pred zmenou počasia v údajoch v reálnom čase, aby farmárov varoval pred blížiacimi sa dažďami alebo búrkami [1].

Celkovo možno povedať, že úlohy, ktoré UI vykonáva v poľnohospodárstve, možno zredukovať na automatizáciu pracovného toku (používanie robotov na vykonávanie úloh, ktoré predtým zahŕňali ľudí), analýzu údajov (odhľadenie neefektívnosti analýzou prevádzkových údajov) a personalizáciu (zvyšovanie predaja prispôbenie sa dopytu). Možno sa vám to nezdá veľa, ale s málom dokázate veľa. Pre lepšiu predstavu sa pozrime na základné procesy pestovania plodín a starostlivosti o dobytok.

2.1. Monitorovanie zdravia zvierat pomocou technológií umelej inteligencie

Umelá inteligencia nielenže znižuje náklady na liečbu chorôb, ale tiež zlepšuje bezpečnosť potravín. Keďže manažment chorôb je hlavným zdrojom nákladov pre farmárov, toto je oblasť, kde môže AI priniesť najväčšiu hodnotu a umožniť zvieratám zotaviť sa dvakrát až štyrikrát rýchlejšie, pričom v procese liečby dostanú menej antibiotík. Okrem všetkých činností uvedených v iných krokoch chovu zvierat, ktoré vedú k zlepšeniu zdravia zvierat, môže AI nepretržite monitorovať vitálne funkcie, telesnú hmotnosť, metabolizmus a ďalšie parametre hospodárskych zvierat, aby upozornila veterinára, ak sa zdravotný stav zvieraťa zhorší. Riešenia AI môžu tiež neustále hľadať nové korelácie medzi podmienkami starostlivosti a zdravím hospodárskych zvierat s cieľom predchádzať chorobám. Na monitorovanie zdravia kráv sa používajú riešenia ako Rex, Ida a ALUS, ApisProtect sleduje blaho včiel a Piguard sleduje zmeny v zdravotnom stave a pohode ošípaných [2].

2.2. Zavlažovanie v umelej inteligencii a jeho efektívnosť pre poľnohospodárstvo

Koncept udržateľného poľnohospodárstva si vyžaduje inteligentné využívanie sladkej vody. Môžete však ísť ďalej a pomocou schopností AI analyzovať historické údaje o zavlažovaní, mapovať ich proti zdraviu plodín a štatistikám výnosov a nájsť najlepšie vzorce spotreby vody, ktoré spĺňajú všetky požadované podmienky. Pomocou schopnosti predpovede počasia, ktorú poskytujú riešenia ako Fasal, môžu farmy zmeniť svoje zavlažovacie plány s využitím bezplatnej daždovej vody (kontrola jej kvality je tiež možnosťou pre AI v poľnohospodárstve). A tu sú užitočné nástroje AI ako Heliopas, CultYvate a WaPOR. Niektoré z nich jednoducho sledujú produktivitu využívania vody, iné automatizujú pracovné postupy zavlažovania. Spolu s upravenými plánmi zavlažovania založenými na monitorovaní pôdnej vlhkosti dokáže farmám ušetriť až 50 percentov vodných zdrojov [3]. Nie je to zlé, však? Podobné mechanizmy možno použiť aj pri optimalizácii spotreby energie. Poľnohospodárska spoločnosť tak môže znížiť náklady na vodu a energiu bez obetovania produktivity.

2.3. Výsev v umelej inteligencii: funguje to?

Umelá inteligencia môže na základe analýzy snímok dodaných dronmi pomôcť farmárom identifikovať miesta, ktoré sú najvhodnejšie na siatie konkrétnych plodín na základe geografických charakteristík poľa, chemického zloženia pôdy alebo akéhokoľvek iného parametra. Okrem toho môžu farmári použiť nástroje na plánovanie plodín poháňané umelou inteligenciou, ako je eAgronom, aby určili, koľko z každej plodiny musí farma zaslať v skleníku za týždeň, kedy by mali byť plodiny presadené na pole atď. Okrem samotného procesu sejby je stále príjemné vedieť, že použitím takýchto nástrojov môžu poľnohospodári znížiť

spotrebu herbicídov a hnojív o 25 – 35 percentov a zvýšiť úrodu o 3 – 4 percentov [4]. Pred začiatkom výsevu môže AI tiež preskúmať fotografie semien a porovnať ich s obrázkami zdravých semien; algoritmus strojového učenia pod dohľadom určí kvalitu semien a zistí, aké plodiny vidia. Pomocou týchto údajov môžu algoritmy umelej inteligencie nariadiť poľnohospodárskym robotom (napríklad triedič semien s počítačovým videním vyvinutý službou Agricultural Research Service Ministerstva poľnohospodárstva USA), aby odfiltrovali podpriemerné semená alebo triedili semená, ak sa zmiešajú.

2.4. Príprava pôdy pomocou umelej inteligencie: efektívnosť a využitie

Analýzou údajov pochádzajúcich zo senzorov umiestnených v pôde, dodávaných dronmi na analýzu pôdy alebo získavaných z kamier smartfónov, dokáže riešenie AI, ako je Plantix, odhaliť defekty pôdy a rozpoznať nedostatky živín. To pomáha farmárom identifikovať, koľko a aký typ organickej hmoty by mali pridať, aby bola pôda spracovateľnejšia a vhodnejšia pre danú plodinu.

2.5. Zber s umelou inteligenciou

Porovnaním aktuálnych záberov z poľa s tým, ako táto plodina vyzerala v tomto bode pestovateľského cyklu počas predchádzajúcej sezóny, dokáže riešenie umelej inteligencie presne predpovedať, kedy bude plodina pripravená na zber. A hneď ako príde čas zberu, roboty môžu začať odstraňovať úrodu z poľa. Harvest CROO napríklad ponúka riešenie robotického zberu na zber jahôd, ktoré minimalizuje odpad, zvyšuje bezpečnosť potravín a znižuje emisie CO₂ o 96 percentami v porovnaní s tradičnými metódami zberu [5]. Ak agropodnik vie, kam sa plodiny dopravujú a následne predávajú, riešenie môže identifikovať rôzne miesta zberu plodín rovnakého druhu, ktoré sa plánujú na rôznych miestach, podľa toho, koľko času budú musieť rôzne šarže plodín stráviť pri tranzite.

2.6. Získavanie zvierat pomocou UI

Na základe analýzy údajov z predchádzajúcich reprodukčných cyklov dokážu AI farmárske riešenia predpovedať, koľko zvierat sa narodí, a vypočítať súvisiace náklady na starostlivosť, aby bolo možné v prípade potreby upraviť plány reprodukcie. Ak farma kupuje zvieratá, technológia umelej inteligencie dokáže vypočítať, koľko zvierat spoločnosť potrebuje. Takéto výpočty sa môžu zamerať na najvyšší výnos a zároveň ho vyvážiť tým, o koľko zvierat sa môže farma udržateľne starať za daných podmienok chovu.

2.7. Ako sa umelá inteligencia stará o zvieratá?

Vďaka korelačným schopnostiam a senzorom chovu hospodárskych zvierat môže AI pomôcť vybrať a naplánovať

postupy starostlivosti a čistenia, aby farmy nemrhali zdrojmi na nadmernú údržbu alebo v prípade nedostatočnej úpravy a čistenia nemali zlý vplyv na zdravie hospodárskych zvierat. Hygiena maštalí je hlavným faktorom zdravia hospodárskych zvierat. To je dôvod, prečo spoločnosti ako Lely a GEA ponúkajú roboty na čistenie stodoly a poľnohospodárske podniky, ako je islandská farma, ktorú vlastní bratia Hallgrímssonovci. Použitím riešení automatizácie pracovného toku čistenia v tandeme s dojacími a kŕmnymi robotmi farma zaznamenala 30 percentov nárast produkcie mlieka a štyrikrát znížila náklady na veterinárnu starostlivosť [6].

2.8. Chov pomocou umelej inteligencie

Nástroje ako Fertile-Eyez od Verility sú zamerané špeciálne na inteligentný chov a dokážu identifikovať reprodukčnú kvalitu hospodárskych zvierat a pomôcť pri riadení plodnosti. Riešenia ako Ida medzitým poskytujú poľnohospodárom relevantné rady týkajúce sa chovu a pokrývajú prípady použitia AI nad rámec reprodukcie zvierat. Ďalší prípad použitia AI v tejto oblasti zahŕňa chov zameraný na zlepšenie kvality produktov. Ak sa farma pokúsi chovať novú odrodu kráv, aby dosiahla lepšiu kvalitu mlieka alebo mäsa, AI môže spracovať údaje o relevantných parametroch mäsa/mlieka a reprodukčných vlastnostiach dostupných zvierat a navrhne inteligentný recept na chov.

3. Aplikácia umelej inteligencie na problémy v poľnohospodárstve

3.1. Rozhodovanie v rámci umelej inteligencie

Prediktívna analýza môže skutočne zmeniť hru. Poľnohospodári môžu zbierať a spracovávať podstatne viac údajov a robiť to rýchlejšie s AI, ako by to robili inak. Analýza dopytu na trhu, predpovedanie cien a určenie optimálneho času na siatie a zber sú kľúčové výzvy, ktoré môžu poľnohospodári vyriešiť pomocou AI.

To znamená, že AI môže tiež zhromažďovať informácie o zdraví pôdy, poskytovať odporúčania týkajúce sa hnojív, monitorovať počasie a sledovať pripravenosť produkcie. To všetko umožňuje farmárom robiť lepšie rozhodnutia v každej fáze procesu pestovania plodín.

3.2. Pracovná sila v AI: inteligentné riešenie

Práca v poľnohospodárstve je ťažká a nedostatok pracovnej sily v tomto odvetví nie je žiadnou novinkou.

Poľnohospodári môžu tento problém vyriešiť pomocou automatizácie. Traktory bez vodiča, inteligentné systémy zavlažovania a hnojenia, inteligentné postrekovanie, softvér pre vertikálne poľnohospodárstvo a roboty na zber úrody sú niektoré z príkladov toho, ako môžu poľnohospodári vykonávať prácu bez toho, aby museli najať ďalších ľudí. V porovnaní s akýmkoľvek ľudským farmárom sú nástroje poháňané AI rýchlejšie, tvrdšie a presnejšie.

3.3. Rozpočet a smart spôsob narábania s peniazmi pomocou AI

Jeden konkrétny prístup k riadeniu poľnohospodárskych podnikov – presné poľnohospodárstvo – môže pomôcť poľnohospodárom pestovať viac plodín s menšími zdrojmi.

Presné poľnohospodárstvo poháňané AI by sa mohlo stať ďalšou veľkou vecou v poľnohospodárstve. Precízne poľnohospodárstvo kombinuje najlepšie postupy obhospodarovania pôdy, technológiu s premenlivou sadzbou a najefektívnejšie postupy správy údajov, ktoré pomáhajú farmárom maximalizovať výnosy a minimalizovať výdavky.

Umelá inteligencia môže farmárom poskytnúť prehľad z ich polí v reálnom čase, čo im umožní identifikovať oblasti, ktoré potrebujú zavlažovanie, hnojenie alebo ošetrovanie pesticídmi. Inovatívne poľnohospodárske postupy, ako je vertikálne poľnohospodárstvo, môžu tiež pomôcť zvýšiť produkciu potravín a zároveň minimalizovať využívanie zdrojov. Výsledkom je znížené používanie herbicídov, lepšia kvalita zberu, vyššie zisky a výrazné úspory nákladov.

3.4. Riadenie výnosov pomocou umelej inteligencie

Vznik nových technológií, ako je umelá inteligencia (AI), cloudové strojové učenie, satelitné snímky a pokročilá analytika, vytvárajú ekosystém pre inteligentné poľnohospodárstvo. Spojenie všetkých týchto technológií umožňuje farmárom dosahovať vyššie priemerné výnosy a lepšiu kontrolu cien. Microsoft v súčasnosti spolupracuje s farmármi z Andhra Pradesh na poskytovaní poradenských služieb pomocou Cortana Intelligence Suite vrátane strojového učenia a Power BI [9]. Pilotný projekt využíva aplikáciu AI sejby, ktorá farmárom odporúča dátum sejby, prípravu pôdy, hnojenie založené na testoch pôdy, aplikáciu maštalného hnoja, úpravu osiva, optimálnu hĺbku sejby a ďalšie.

3.5. Manažment pôdy s využitím technológií UI

Obhospodarovanie pôdy je neoddeliteľnou súčasťou poľnohospodárskych činností. Dobré znalosti o rôznych typoch pôdy a podmienkach zvýšia výnosy plodín a zachovávajú pôdne zdroje.

Ide o použitie operácií, postupov a ošetrovaní na zlepšenie výkonnosti pôdy. Mestské pôdy môžu obsahovať znečisťujúce látky, ktoré možno skúmať tradičným prístupom prieskumu pôdy. Aplikácia kompostu a hnoja zlepšuje pórovitosť pôdy a agregáciu. Lepšia agregácia naznačuje prídanie organických materiálov, ktoré zohrávajú dôležitú úlohu pri prevencii tvorby pôdnej kôry. Je možné prijať alternatívne systémy obrábania pôdy, aby sa zabránilo fyzikálnej degradácii pôdy.

Na zlepšenie kvality pôdy je nevyhnutné používať organické materiály. Produkciu zeleniny a iných jedlých plodín často významne ovplyvňujú viaceré pôdne patogény, ktoré si vyžadujú kontrolu prostredníctvom hospodárenia s pôdou. Citlivosť na degradáciu pôdy je zahrnutá v hodnotení

udržateľnosti postupov obhospodarovania pôdy, pričom sa uznáva skutočnosť, že pôda má rôznu schopnosť odolávať zmenám a obnovovať sa.

3.6. Riadenie plodín v oblasti UI

Manažment plodín začína sejbou a pokračuje monitorovaním rastu, zberu a skladovania a distribúcie plodín. Je zhrnutý ako činnosti, ktoré zlepšujú rast a výnos poľnohospodárskych produktov. Hlboké pochopenie triedy plodín podľa ich načasovania a prosperujúceho typu pôdy určite zvýši výnos plodín. Precízny manažment plodín (PCM) je systém poľnohospodárskeho manažmentu určený na zacielenie vstupov plodín a pôdy podľa požiadaviek poľa s cieľom optimalizovať ziskovosť a chrániť životné prostredie [10].

PCM bol brzdený nedostatkom včasných a distribuovaných informácií o podmienkach plodín a pôdy. Poľnohospodári musia kombinovať rôzne stratégie manažmentu plodín, aby sa vyrovnali s nedostatkom vody v dôsledku pôdy, počasia alebo obmedzeného zavlažovania. Mali by sa uprednostňovať flexibilné systémy riadenia plodín založené na pravidlách rozhodovania. Načasovanie, intenzita a predvídateľnosť sucha sú dôležité vlastnosti pri výbere medzi alternatívami pestovania.

4. Technológie umelej inteligencie a ich využitie v poľnohospodárstve

- Prospera, založená v roku 2014. Tento izraelský startup spôsobil revolúciu v spôsobe farmárčenia. Vyvinula cloudové riešenie, ktoré agreguje všetky existujúce údaje, ktoré majú farmári, ako napríklad pôdne/vodné senzory, letecké snímky a podobne. Potom to skombinuje so zariadením v teréne, ktoré tomu všetkému dáva zmysel. Zariadenie Prospera, ktoré možno použiť v skleníkoch alebo na poli, je poháňané rôznymi senzormi a technológiami, ako je počítačové videnie. Vstupy z týchto senzorov sa používajú na nájdenie korelácie medzi rôznymi štítkami údajov a na predpovede.

- Technológia Blue River, založená v roku 2011. Tento startup so sídlom v Kalifornii spája umelú inteligencia, počítačové videnie a robotiku, aby vytvoril poľnohospodársku techniku novej generácie, ktorá znižuje chemikálie a šetrí náklady. Počítačové videnie identifikuje každý jednotlivý závod, ML rozhoduje o tom, ako zaobchádzať s každým jednotlivým závodom a robotika umožňuje inteligentným strojom konať.

- FarmBot, založená v roku 2011. Táto spoločnosť posunula presné poľnohospodárstvo na inú úroveň tým, že umožnila ľuďom uvedomelým voči životnému prostrediu s technológiou presného poľnohospodárstva pestovať plodiny na ich vlastnom mieste. Produkt FarmBot má cenu 4 000 dolárov a pomáha majiteľovi vykonávať úplné poľnohospodárstvo úplne sám. Od výsadby semien cez detekciu buriny a testovanie pôdy až po zalievanie rastlín, o všetko sa postará tento fyzický robot pomocou softvérového systému s otvoreným zdrojovým kódom [7].

- Projekt PEAT. Predpokladá systém diagnostiky a monitorovania škodcov, ktorí poškodzujú úrodu a pôdu a predstavujú skutočnú hrozbu pre potravinovú bezpečnosť. USDA odhaduje, že ročné náklady na sanáciu pôdnej erózie sú približne 44 miliárd USD. Berlínsky poľnohospodársky technologický startup PEAT vyvinul aplikáciu pre hlboké vzdelávanie s názvom Plantix, ktorá odhaľuje potenciálne nedokonalosti pôdy. Analýza sa vykonáva pomocou softvérových algoritmov, ktoré spracúvajú snímky s určitými defektmi v pôde a listoch rastlín, identifikujú škodcov a choroby plodín. Aplikácia funguje na základe snímok zhotovených fotoaparátom smartfónu používateľa. Podľa samotnej spoločnosti dnes jej medzinárodná klientská základňa dosiahla viac ako 500 000 ľudí.

- Projekt Trace Genomics. Zahŕňa systém strojového učenia na diagnostiku pôdnych defektov a chorôb, podobne ako aplikácia Plantix. Dôraz sa kladie na prevenciu rozvoja poškodených plodín a optimalizáciu potenciálu na produkciu zdravej plodiny. Systém Trace Genomics analyzuje pôdne patogény, identifikuje potenciálne prostredie pre baktérie a huby a poskytuje komplexné hodnotenie mikroorganizmov.

5. Kombinácia UI s inými technológiami

Umelá inteligencia nemôže existovať bez iných technológií, ako sú veľké dáta, senzory a softvér. Podobne aj iné technológie potrebujú AI, aby správne fungovali. Napríklad v prípade veľkých dát nie sú samotné dáta obzvlášť užitočné. V skutočnosti je dôležité, ako je spracovaný a či je relevantný.

Čas, miesto a výberové kritériá určujú, či odporúčania AI založené na súbore údajov budú užitočné. Preto je tiež dôležité mať dobrých dátových inžinierov a dátových analytikov, aby technológia AI fungovala. Povedzme si o využití umelej inteligencie v poľnohospodárstve podrobnejšie.

5.1. Používanie senzorov IoT na ukladanie a analýzu údajov

Poľnohospodári môžu využívať senzory internetu vecí a ďalšie podporné technológie (napríklad drony, GIS a ďalšie nástroje) na monitorovanie, meranie a ukladanie údajov z polí v rôznych metrikách v reálnom čase. Kombináciou nástrojov na farmárčenie AI so zariadeniami a softvérom internetu vecí môžu farmári rýchlejšie získať presnejšie informácie. Lepšie údaje znamenajú lepšie rozhodnutia a menej času a peňazí vynaložených na pokusy a omyly.

5.2. Big Data pre informované rozhodovanie

Skutočným cieľom produkcie a zhromažďovania údajov je ich použitie. V poľnohospodárstve môže analýza údajov viesť k masívnemu zvýšeniu produktivity a značným úsporám nákladov. Kombináciou AI s veľkými dátami môžu farmári získať platné odporúčania založené na dobre zoradených informáciách o potrebách plodín v reálnom čase. To zase odstráni dohady a umožní presnejšie

poľnohospodárske postupy, ako je zavlažovanie, hnojenie, ochrana plodín a zber.

5.3. Robotizácia a utomatizácia pre minimalizáciu handwork

Umelá inteligencia v kombinácii s autonómnymi traktormi a internetom vecí dokáže vyriešiť jeden z najčastejších problémov v poľnohospodárstve: nedostatok pracovnej sily. Tieto technológie sú tiež potenciálne nákladovo efektívne, pretože sú presnejšie, a tým znižujú chyby. Celkovo sú AI, autonómne traktory a internet vecí kľúčom k presnému poľnohospodárstvu.

Ďalšou menej bežnou, ale rýchlo rastúcou technológiou je robotika. Poľnohospodárske roboty sa už využívajú na ručné práce, ako je zber ovocia a zeleniny a preriedenie šalátu. Výhody robotov oproti farmárom sú značné. Môžu pracovať dlhšie, sú presnejšie a sú menej náchylné na chyby.

5.4. Význam dronov v poľnohospodárstve

Podľa nedávnej štúdie PWC je celkový trh s riešeniami založenými na dronoch na celom svete 127,3 miliardy dolarov a pre poľnohospodárstvo je to 32,4 miliardy dolarov [8]. Riešenia založené na dronoch v poľnohospodárstve majú veľký význam z hľadiska zvládania nepriaznivých poveternostných podmienok, zvýšenia produktivity, presného poľnohospodárstva a riadenia výnosov.

Pred plodínovým cyklom je možné pomocou dronu vytvoriť 3-D mapu poľa s podrobným terénom, odvodnením, životaschopnosťou pôdy a zavlažovaním. Riadenie na úrovni dusíka je možné realizovať aj pomocou dronových riešení. Letecký postrek strukov so semenami a rastlinnými živinami do pôdy poskytuje potrebné doplnky pre rastliny. Okrem toho môžu byť drony naprogramované na rozprašovanie tekutín modulovaním vzdialenosti od zeme v závislosti od terénu.

Monitorovanie plodín a hodnotenie zdravia zostáva jednou z najvýznamnejších oblastí v poľnohospodárstve, ktorá poskytuje riešenia založené na dronoch v spolupráci s umelou inteligenciou a technológiou počítačového videnia. Kamery s vysokým rozlíšením, indrony, zbierajú presné snímky polí, ktoré možno preniesť cez konvolučnú neurónovú sieť na identifikáciu oblastí s burinami, ktoré plodiny potrebujú vodu, úroveň stresu rastlín v štádiu stredného rastu.

Pokiaľ ide o infikované rastliny, skenovaním plodín v RGB aj blízkom infračervenom svetle je možné vytvárať multispektrálne snímky pomocou zariadení dronov. Vďaka tomu je možné okamžite určiť, ktoré rastliny boli infikované, vrátane ich umiestnenia na obrovskom poli, aby bolo možné aplikovať nápravné opatrenia. Multispektrálne obrazy kombinujú hyperspektrálne obrazy s 3D skenovacími technikami na definovanie priestorového informačného systému, ktorý sa používa pre akrov pôdy. Časová zložka poskytuje návod na celý životný cyklus závodu.

6. Problémy, s ktorými sa môže UI stretnúť

Vzhľadom na výhody umelej inteligencie pre udržateľné poľnohospodárstvo môže implementácia tejto technológie vyzeráť ako logický krok pre každého farmára. Stále však existujú vážne obmedzenia.

6.1. Nedostatok skúseností s novými technológiami

Poľnohospodársky sektor v rozvojových krajinách je odlišný od poľnohospodárskeho sektora v západnej Európe a USA. Niektoré regióny by mohli ťažiť z poľnohospodárstva s umelou inteligenciou, ale môže byť ťažké predať takúto technológiu v oblastiach, kde poľnohospodárska technológia nie je bežná. Poľnohospodári budú s najväčšou pravdepodobnosťou potrebovať pomoc s jeho prijatím.

Technologické spoločnosti, ktoré dúfajú, že budú podnikáť v regiónoch s rozvíjajúcimi sa poľnohospodárskymi ekonomikami, preto možno budú musieť zaujať proaktívny prístup. Okrem poskytovania svojich produktov budú musieť poskytovať školenia a nepretržitú podporu farmárom a majiteľom poľnohospodárskych podnikov, ktorí sú pripravení prijať inovatívne riešenia.

6.2. Problémy so súkromím a bezpečnosťou

Keďže neexistujú jasné pravidlá a predpisy týkajúce sa používania AI nielen v poľnohospodárstve, ale vo všeobecnosti, presné poľnohospodárstvo a inteligentné poľnohospodárstvo vyvolávajú rôzne právne problémy, ktoré často zostávajú nezodpovedané. Hrozby týkajúce sa súkromia a bezpečnosti, ako sú kybernetické útoky a úniky údajov, môžu farmárom spôsobiť vážne problémy. Bohužiaľ, mnohé farmy sú voči týmto hrozbám zraniteľné.

6.3. Zdlhavý proces prijímania technológie

Poľnohospodári musia pochopiť, že AI je len pokročilou súčasťou jednoduchších technológií na spracovanie, zhromažďovanie a monitorovanie terénnych údajov. Aby UI fungovala, vyžaduje správnu technologickú infraštruktúru. To je dôvod, prečo aj pre farmy, ktoré už majú nejakú technológiu zavedenú, môže byť ťažké pohnúť sa vpred.

To je výzva aj pre softvérové spoločnosti. K farmárom by mali pristupovať postupne a najskôr im poskytnúť jednoduchšiu technológiu, akou je napríklad poľnohospodárska obchodná platforma. Keď si farmári zvyknú na menej komplikované riešenie, bude rozumné ho zintenzívniť a ponúknuť niečo iné, vrátane funkcií UI.

7. Záver: čo sme sa doteraz dozvedeli?

Poľnohospodársky sektor je v súčasnosti vysoko konkurenčným a globalizovaným odvetvím, kde poľnohospodári musia brať do úvahy miestne klimatické a geografické aspekty, ako aj globálne environmentálne a politické faktory, aby zaručili ekonomické prežitie a trvalo udržateľnú výrobu.

Neustále rastúca populácia potrebuje zvýšiť produkciu potravín, preto v poľnohospodárstve rastie potreba modernizovať všetky aspekty činností. Rôzne technológie umelej inteligencie umožňujú korelovať štruktúrované a neštruktúrované údaje s cieľom pochopiť výrobu potravín.

Každý deň sa generuje obrovské množstvo údajov. Ide o údaje o počasí, pôdnych podmienkach, burine, zábery z dronov a kamier atď. V poľnohospodárstve sú široko používané takmer všetky typy základných AI technológií: mobilné zariadenia, robotika, počítačové videnie, analýzy a predpovede atď.

Umelá inteligencia je schopná spracovať a kombinovať obrovské množstvo údajov potrebných na prijímanie rozhodnutí na elimináciu rôznych rizík.

References

- [1] Kah, M., Tufenkji, N. and White, J. C. Nano-enabled strategies to enhance crop nutrition and protection. *Nat. Nanotechnol.* 14, 532–540 (2019).
- [2] Lowry, G. V., Avellan, A. and Gilbertson, L. M. Opportunities and challenges for nanotechnology in the agri-tech revolution. *Nat. Nanotechnol.* 14, 517–522 (2019).
- [3] Huang, B. et al. Advances in targeted pesticides with environmentally responsive controlled release by nanotechnology. *Nanomaterials* 8, 102 (2018).
- [4] Hofmann, T. et al. Technology readiness and overcoming barriers to sustainably implement nanotechnology-enabled plant agriculture. *Nat. Food* 1, 416–425 (2020).
- [5] Lombi, E., Donner, E., Dusinska, M. and Wickson, F. A. One health approach to managing the applications and implications of nanotechnologies in agriculture. *Nat. Nanotechnol.* 14, 523–531 (2019).
- [6] Giraldo, J. P., Wu, H., Newkirk, G. M. and Kruss, S. Nanobiotechnology approaches for engineering smart plant sensors. *Nat. Nanotechnol.* 14, 541–553 (2019).
- [7] Grün, A.-L. et al. Impact of silver nanoparticles (AgNP) on soil microbial community depending on functionalization, concentration, exposure time, and soil texture. *Environ. Sci. Eur.* 31, 15 (2019).
- [8] D. H. Chang, S. Islam, “Estimation of soil physical properties using remote sensing and artificial neural network”, *Remote Sensing of Environment*, Vol. 74, No. 3, pp. 534-544, 2000
- [9] C. J. Swanton, R. Nkoa, R. E. Blackshaw, “Experimental methods for crop-weed competition studies”, *Weed Science Society of America*, Vol. 63, No. 1, pp. 2–11, 2015
- [10] T. Duckett, S. Pearson, S. Blackmore, B. Grieve, *Agricultural Robotics: The Future of Robotic Agriculture*, UK-RAS, 2018