

# A digitalizáció alkalmazási lehetőségei a mezőgazdaságban

Dr. Husti István – Dr. Kovács Imre, Szent István Egyetem, Gödöllő

Az informatika és vele összefüggésben a digitalizáció térnyerése világjelenség. Ennek látványos megjelenését mutatják az ipari fejlesztésekben ma már kulcsszereppel bíró „Ipar 4.0” koncepció elemei is. Az „Ipar 4.0” célkitűzése, hogy rugalmasabbá, hatékonyabbá és ügyfélközpontúvá tegye a fejlesztési, gyártási és kereskedelmi folyamatokat. A legkorszerűbb intelligens információ- és kommunikációtechnológia szorosabbra fűzi a termékfejlesztés, a gyártás és a logisztika, valamint a gyártók és felhasználók közötti kapcsolatokat. A koncepció hajtómotorja a gazdaság és a társadalom egyre gyorsuló digitalizálódása. Maga a fogalom hagyományos adathordozón (papír, film, hang- és videoszalag stb.) levő információk számítógépre vitelét jelenti, valamilyen speciális eszköz segítségével. Cikkünkben a digitalizált megoldások főbb jellemzőivel és a mezőgazdasági alkalmazások illusztrálásával foglalkozunk.

## A digitalizált megoldások három fő összetevője

Bár az ipar és a mezőgazdaság között jelentős eltérések vannak, bizonyára (ahogy a múltban is) a jövőben is lesznek olyan megoldások, amelyek az ipari alkalmazások tapasztalatai alapján „szívárognak át” a mezőgazdaságba. Vélhetően nem robbanásszerűen, de a mezőgazdaságban is számítani lehet arra, hogy a digitalizált megoldások nemcsak „sziget-szerűen”, hanem rendszerbe szervezve is elterjednek. A digitalizált informatikai megoldások segítségével a mezőgazdasági termelés teljes vertikuma („a táblától az asztalig”) áttekinthetőbbé, befolyásolhatóbbá válik. Ehhez nyújthatnak segítséget a már ma is ismert korszerű koncepciók, illetve megoldások, mint például a „Big Data” az „Internet of Things” (IoT) vagy a felhő alapú számítástechnika („Cloud Computing”).

A **Big Data** intelligenciát visz a folyamatokba azzal, hogy a nagyszámú érzékelő a szenzoroktól jövő információkat összegyűjti, rendszerezi, tárolja és szükség esetén hozzáférhetővé teszi. A nagyméretű adathalmazok az egyén által már-már kezelhetetlenek, azonban a Big Data technológia lényege, hogy egy ömlesztett adathalmazból – különféle matematikai, illetve mesterséges intelligencia-módszerek segítségével – megpróbál korábban nem ismert összefüggéseket keresni. Ezeknek az összefüggéseknek az ismeretében a teljes folyamat, illetve annak egyes elemei külön-külön is optimalizálható(k). A Big Data megjelenése tehát oda vezetett, hogy a segítségével képesek vagyunk nagyon sok, különböző forrásból érkező adatot feldolgozni és ezekből következtetést levonni. A Big Data arra is használható, hogy figyelmeztesse a termelőt, ha valamilyen veszély közeleg. Ez azért is fontos, mert a korai felismerés növeli az esélyt a probléma sikeres kezelésének, netán megelőzésének.

Az „Internet of Things” (a dolgok internete) lényege az intelligens, egymással önállóan kommunikáló berendezések által használt információ csatornán folyó kétirányú kommunikáció. Ez egyfelől: lehetővé teszi az információk forrás szerinti beazonosítását, azaz azt, hogy meg tudjuk állapítani, melyik információ melyik eszköztől érkezik. Másfelől: a beérkező információk kiértékelése után távolról is be tudunk avatkozni a különféle folyamatokba. Az információk forrásai, jellemzően szenzorok, hálózatba vannak kötve, ezáltal képesek egymással és a külvilággal is kommunikálni. Ebben a globális hálózatban informatikai eszközökkel kiegészített fizikai rendszerek („kiberfizikai” rendszerek), azaz beágyazott hardverrel és szoftverrel ellátott intelligens tárgyak kommunikálnak egymással. A kapcsolat jellemzően az interneten jön létre, azaz az összekapcsolt szenzorok révén az adott folyamat egyes elemei az IoT részévé válnak.

Ha a Big Data-t összekötjük az IoT-vel, akkor a termelők nem csupán becslésekre lesznek képesek, hanem távolról tudják „szemmel tartani” folyamataikat és okosabb megoldást tudnak adni a felmerülő problémákra.

A Big Data fogalma után egyszerű a **felhőalapú** szolgáltatások működésének megértése: az adatokat, szoftvereket nem helyi adathordozón, hanem egy szolgáltató eszközein, úgynevezett felhőben tárolják. A publikus vagy privát információkat internet segítségével így tetszőleges eszköztől el lehet érni. Például: a beszerzésért felelős dolgozó szükség esetén a munkahelyétől távolról is rendelhet alapanyagot a már megszokott módon.

A felhő alapú számítástechnika lehetővé teszi különféle információk révén a teljes folyamat valós idejű nyomon követését, illetve modellezését. Ez a lehetőség különösen az előre nem várt helyzetek kezelésével kapcsol-

latban jelent a korábbiaknál jobb lehetőségeket.

A továbbiakban néhány olyan megoldást mutatunk be, amelyek az előzőek konkrét megjelenési formáit illusztrálják. Tudjuk, hogy ezek a megoldások ma még zömében kísérleti stádiumban vannak, hisszük azonban, hogy néhány éven belül napi gyakorlattá válhatnak.

## A CASE IH vezető nélküli traktora

A CASE IH Magnum CVX traktor vezető nélküli változatát, amely a SIMA francia mezőgazdasági gépkészítés innovációs üzstermét nyerte el, a 2016-os amerikai Farm Progress Show kiállításon mutatták be először. (1. ábra)

A fejlesztők indoklása szerint a konstrukció kidolgozásában jelentős motiváló tényező volt az a körülmény, hogy a világ számos országában egyre nehezebb olyan felkészült gépkezelőket találni, akik vállalnák a mezőgazdasági munkakörülményeket. A kialakítás során támaszkodtak a precíziós gazdálkodás, illetve gépautomatizálás már meglévő eredményeire, az automatikus kormányzásra és a telemetriai megoldásokra. A rendkívül pontos CASE IH RTK+GPS navigáció segítségével megvalósított AccuGuide automata kormányzással a robottraktor-koncepció arra lett kifejlesztve, hogy teljes mértékben távolról végzett felügyeletet és vezérlést tegyen lehetővé a szántóföldi adatok azonnali rögzítésével és továbbításával.

A traktor működtetése egy asztali számítógéppel vagy laptoppal kezdődik, amelyen kijelölhető az adott parcella leghatékonyabb megműveléséhez megfelelő nyomvonalak. Az önműködő technológia leginkább olyan feladatokra használható, amelyekben mindezekre lehetőség van, mint pl. a talajművelés, a vetés és a permetezés, és ugyanolyan jól alkalmazható a kisebb traktorokon is, amelyek pl. kaszálásra vagy gyümölcsösök permetezésére használhatók. A gépkezelő ezután kiválaszthatja a kívánt feladatot egy előzetesen beprogramozott menüből a gép egyszerű kiválasztásával, meghatározva a szántóföldet, majd beállítva a traktort a feladatra, ami együtt alig igényel 30 másodpercnél több időt. A gép funkcióit szenzorokon keresztül lehet működtetni, amelyek automatikusan vezérlik a motor beindítását/leállítását, gyorsítását/lassítását, a motorfordulatszám szabályozását, a fordulásokat, a sebességváltót,

a TLT-t, a függesztőszerkezetet és a hidraulikus funkciók működését, a differenciálzárat és a kürtöt.

Ezután a gép munkája egy számítógépen vagy táblagépen figyelhető és kontrollálható, ahol egy teljesen interaktív kezelőfelület jelenik meg, ami lehetővé teszi a működtetést, a nyomon követést és az adatok és képek rögzítését. Egy nyomvonaltervező menüben látható a traktor haladása, egy másikban pedig a gép kamerájának képe, így a felhasználó ugyanazt látja, amit a traktor, és egy további menü pedig lehetővé teszi a traktor és a munkagép legfontosabb paramétereinek nyomon követését és módosítását, mint pl. a motorfordulatszám, az üzemenyagszint és a munkagépadatok – pl. a vetési tőszám. A szántóföldre vezető útvonal is megtervezhető, amennyiben ez arra alkalmas magánutakon megvalósítható. Amennyiben a traktor akadályt érzékel az útjában, akkor megáll és figyelmeztetés jelenik meg a tulajdonos számítógépen felajánlva a választási lehetőségeket, hogy a traktor hogyan reagáljon – várjon emberi beavatkozásra, kerülje meg az akadályt, vagy amennyiben az akadály csak pl. egy szalmakupac, akkor haladjon át rajta. Amennyiben valami – például egy másik gép – keresztelje az útját, és halad tovább, akkor a traktor megáll, majd az akadály távozását követően továbbhalad. A GPS jel bármilyen kimaradása esetén a gép automatikusan megáll, de elhelyeztünk egy manuális leállítógombot is a kezelőfelületen.

Arra is lehetőség van, hogy a traktor „nagy adatokat” (Big Data), mint pl. időjárás előrejelzéseket felhasználva maximálisan kihasználja az ideális körülményeket úgy, hogy a napszaktól függetlenül dolgozik, és automatikusan megáll, amikor egyértelművé válik, hogy az időjárás változása problémákat okozna, majd tovább folytatja a munkát, amikor a körülmények kellő mértékben megjavultak. Alternatívaként, ha az magánutakon megvalósítható, másik parcellára is átküldhető, ahol jobb a feltételek – például lazább a talaj, vagy ott nem esett az eső.

A fejlesztők szándéka szerint a termékfejlesztés halad tovább, figyelemmel kísérik az önműködő járművekre vonatkozó törvényi szabályozások alakulását, és fejlesztik a közúti közlekedésre vonatkozó területet, valamint keresik a lehetőséget a munkagépek önműködő alkalmazásának optimalizálására.

Várható a jelenleg még viszonylag magas árak számottevő csökkenése már rövidebb távon is.

### A BoniRob robotautó

A Bosch leányvállalata, a Deepfield Robotics az Amazone mezőgazdasági gépgyártó céggel, valamint az Osnabrücker Egyetemmel, illetve a Wageningeni Egyetemmel közös összefogásban kifejlesztett, kisautó méretű robot önállóan képes gyomlálni, illetve felmér-



1. ábra A CASE IH Magnum CVX traktor vezető nélküli változata (Forrás: ww.investkft.hu)

ni a növények állapotát. Azon túl, hogy képes felismerni a növények fajtáját, minden egyes használatnál egyre precízebben képes beazonosítani őket, azaz a robot folyamatosan tanul.

Működése közben, amennyiben gyomnövényt észlel, azt egy kis rúd segítségével összetöri és benyomja a föld alá, nagyjából 3-4 cm mélyre. Ezenkívül a robot hasznos adatokkal szolgálhat a gazda számára a trágyázást vagy esetlegesen a kártevők jelenlétét illetően, de a segítségével testközelből monitorozható a növények fejlődése is. A BoniRob működtethető távirányítással, de használható önjáró üzemmódban is. Moduláris felépítésének köszönhetően többfajta feladat ellátására lehet alkalmas, összesen 150 kilogrammnyi berendezéssel lehet felszerelni.

A BoniRob (2. ábra) a környezetkímélő növényvédelem területén közel centiméteres

pontossággal képes meghatározni a helyzetét, video- és LIDAR-alapú (képképző, felismerő letapogató radar) helymeghatározást, valamint műholdas navigációt használ. A jövőben akár napenergiával is működtethető.

A tesztek során a gépet egy répaföldre vezényelték ki, ahol a répák különösen közel, körülbelül 2 cm-re voltak ültetve egymástól. A gyomok a szorosan elhelyezett répák között nőttek, négyzetméterenként átlag 20 darab. A robot sikerrel vette az akadályt, másodpercenként átlagosan 1,75 gyomot tüntetett el 3,7 cm/másodperces sebesség mellett. A tervezők szerint kisebb sűrűség esetén munkatempója elérheti a 9 cm/s-ot is, ami azt jelenti, hogy óránként 324 méternyi területet képes megszabadítani a gaztól.

A robot képes akár 24 órán keresztül is „dolgozni”, ha a munkáját felügyelő ember is képes erre.

2. ábra A BoniRob robotautó (Forrás: www.agroinform.hu)





3. ábra A Given Imaging által kifejlesztett M2A lenyelhető képkalkotó kapszula (Forrás: www.givenimaging.com)

### A kapszula méretű kamera szerepe az idegentest feltérképezésében

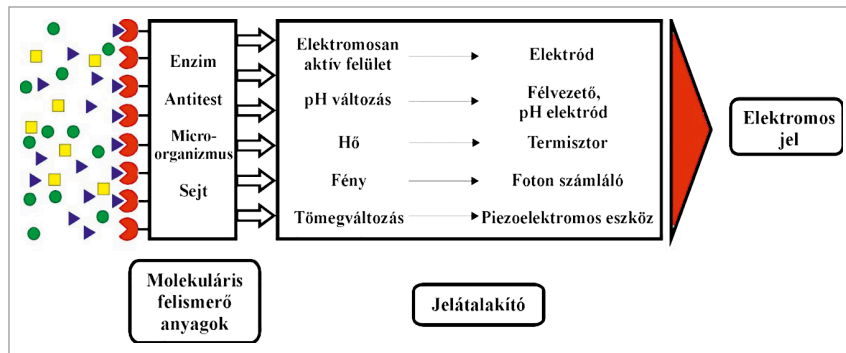
A szarvasmarhatartás egyik legnagyobb problémája az emésztőrendszerbe került idegen testek okozta megbetegedések.

A gépesítés negatív hatásai között ki kell emelnünk, hogy az általunk használatos erő- vagy munkagépekről időnként alkatrészek válnak le, bekerülve a szarvasmarhák táplálékába. Az előbb említett táplálkozási folyamatban ezeket az alkatrészeket, fém kötőanyagokat az állatok le is nyelik. Megjegyezzük, hogy kb. 10-15 cm hosszú fém kötőanyagot is képes lenyelni egy felnőtt állat. Az emésztőrendszerbe bejutott idegen test jobb esetben „bebábozódik”, rosszabb esetben a bendő falának felhasításával szívburokgyulladás okoz, amely végső soron az állat elhullásához vezethet. Nagy értéket képviselő tenyészállat esetén ez óriási kárt okoz mind időben, mind pénzben.

A nanotechnológiai eredmények felhasználásával a Magnachip Semiconductor nevű dél-koreai félvezetőgyártó vállalat olyan új fényérzékelő szenzort fejlesztett ki, amely akár tablettá méretű digitális kamerába is beépíthető. A Given Imaging által kifejlesztett M2A lenyelhető képkalkotó kapszulájának képe látható a 3. ábrán.

Az új szenzor, illetve a digitális kamera segítségével megnyílik az út, hogy megbízható és átfogó képet kapjanak az állatok emésztőrendszerének egészségügyi állapotáról, különös tekintettel a belekre és más belső szervekre. Az érzékelő legfeljebb nyolc órán át képes a szervezetben működni, és mivel másodpercenként két képet tud készíteni, ez idő alatt akár 50 ezer digitális fotót is készít a tápcsatornáról, amiket azután vezeték nélküli kapcsolattal továbbít. A képek elemzésével egyértelműen megállapítható az idegen testek elhelyezkedése, nagysága. Ezek az információk nagymértékben támogatják az esetleges sebészeti beavatkozásokat.

A vizsgálat alkalmával a kapszulát le kell nyeletni az állattal, majd a külső képrögzítőegységet rögzíteni kell. A kamera a lenyelés után 72 órával, miután az általa készített képe-



4. ábra A bioszenzorok működési elveinek fajtái (Forrás: Balázs et. al., 2011.)

ket már továbbította, a széklettel ürül. A külső egységről a letöltött képek értékelésre kerülnek és elkezdődhet a diagnózis felállítása, utat adva a nagy értékű tenyészállatok életének megmentéséhez.

### A bioszenzorok használatának lehetőségei az állattenyésztésben

A következő terület a bioszenzorok alkalmazásának esetei. A bioszenzorok általánosan két fő részből állnak, egy úgynevezett biológiai felismerőrendszerből – a receptor egységből – és egy fizikai-kémiai, jelátalakító-jelátvivő transzducerből. A molekuláris felismerőrendszer leggyakrabban enzim vagy valamilyen kötő fehérje, amely a transzducer felületére van immobilizálva. Ezek az úgynevezett receptorok, melyek lehetnek még antitestek, mikroorganizmusok, nukleinsavak, baktériumok vagy egyszerűbb és bonyolultabb organizmusok, sejtek. Azoknál a bioszenzoroknál, amelyeknél receptorként antitesteket alkalmaznak, gyakran használják az immunoszenzor kifejezést is.

A bioszenzorokban az érzékelés alapját a mérendő mennyiség és az ennek megfelelő receptor között létrejövő specifikus reakció képezi, amely egy fizikai-kémiai változást hoz létre a felületen. Ez a változás azután transzducer segítségével detektálható és mérhető. A transzducereket nagyon sokféle formában és kivitelben készítik, amelyek nagyrészt a mérendő paramétertől függenek. A leggyakrabban használt típusok elektrokémiai, optikai, tömeg vagy hőváltozáson alapulnak. (4. ábra)

A receptoregység tartalmazza a biológiai aktív komponenseket, amelyek specifikus reakciókra képesek.

Egyetlen bioszenzor akár több tucat egyedi receptort is tartalmazhat, lehetővé téve így a komplex minták parányi anyagmennyiségekből történő gyors és megbízható diagnosztizálását, összetételének meghatározását.

A bioszenzorok kollektorba történő beépítésével akár egyenként megfigyelhetővé válnak a tej minőségi paraméterei, ezáltal lé-

nyegesen lecsökkenthető a selejt tej mennyiségének aránya.

### Összefoglalás

Az „Ipar 4.0” stratégia több digitális megoldáson és technológián alapul, mint például az M2M (Machine to Machine), az IoT (Internet of Things), a Big Data, a Cloud Computing stb.. Jelenleg ezek a megoldások a gyakorlatban csak néhány helyen találhatók meg az ipar területén. A szerzők úgy gondolják, hogy ezeket a technológiákat rövid időn belül a mezőgazdaságban is fel fogják használni. A cikk néhány kísérleti szinten lévő megoldást mutat be példaként a növénytermelésben és az állattenyésztésben történő felhasználási lehetőségekről.

### Summary

The „Industry 4.0” strategy based on several digitalized solutions and technologies, like M2M (Machine to Machine), IoT (Internet of Things), Big Data, Cloud Computing etc.. At this time, we can find these solutions only in several industrial practices. The authors think that these technologies will be used in agriculture as well, in short time. For this reason, this article shows some experimental solutions – as examples – which illustrate the possible utilizing in plant- and animal production.

Lektorálta: Dr. Tóth László prof. emeritus

### Felhasznált irodalom

1. www.agroinform.hu: A robotok váltják fel az emberi munkaerőt a mezőgazdaságban? (2016. március)
2. www.investkft.hu: A CASE IH önműködő traktor fejlesztése ezüstérmet kapott a SIMA díjkiosztón (2017. július)
3. www.givenimaging.com/en-int/Innovative-Solutions/Capsule-Endoscopy/Pages/default.aspx (2017. július)
4. Balázs G., Bugyi Zs., Gergely Sz., Hegyi A., Hevér A., Salgó A., Tömösközi S. (2011): Élelmiszeranalitika gyors és automatizált módszerei, Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest