

**Pécsi Tudományegyetem**

**Földtudományok Doktori Iskola**

**A távérzékelés és a digitális képfeldolgozás mezőgazdasági alkalmazhatósága**

PhD. értekezés tézisei

**Horváth Zoltán**

Témavezető:

**Dr. Nagyvárad László**

Egyetemi docens

**Pécs, 2018A doktori program címe:**

Földtudományok Doktori

Program

**Vezetője:**

Dr. Dövényi Zoltán, egyetemi tanár

PTE TTK Társadalomföldrajzi és Urbanisztika Tanszék

**Az értekezés tudományága:** Térinformatika

**Témavezető:**

Dr. Nagyvárad László, egyetemi docens

PTE TTK Térképészeti és Geoinformatikai Tanszék

## **Bevezetés**

A doktori disszertációm célja a távérzékeléssel nyert adatok alkalmazhatóságának vizsgálata a mezőgazdasági szegmensben, olyan digitális képfeldolgozási és matematikai módszerek kidolgozása, amelyek segítségével a költséghatékonyabbá lehet tenni ezt a szektort. Továbbá, amik megkönnyítik a rendelkezésre álló adatok gyors és hatékony elemzését és feldolgozását. Fontos szempont, hogy a feldolgozás után rendelkezésre álló adatok egyértelműek és pontosak legyenek. Továbbá vizsgáltam az okostelefonokban található szenzorok (GPS, GLONASS, Accelerometer, Gyroscope) pontosságát, megbízhatóságát, mivel gyakran használtam a terepi mérések során okostelefont pozicionálásra.

A disszertációmban kidolgozott témákkal egyre többen foglalkoznak a nemzetközi és hazai kutatók (Brachmann F., Rébay V., A. Kumar), mivel napjainkra fontossá vált a pontos pozicionálás, továbbá, hogy az élelmiszereink a lehető legkevesebb kemikáliát és vegyi anyagot tartalmazzák. A témám elég összetett így a dolgozatomban felvetett problémák megoldásához komplex ismeretekre van szükség. Ebből kifolyólag nem lehet élesen szétválasztani a mezőgazdasági vonalat az informatikai és biológiai vonaltól.

### **Célkitűzések**

Céлом volt egy olyan egységes képfeldolgozási módszer kifejlesztése, amellyel képesek vagyunk a különböző formátumú nyers adatokat feldolgozni, illetve a feldolgozás eredményét értelmezhető formára alakítani. A képfeldolgozási módszer kifejlesztésénél arra törekedtem, hogy biztosítani tudjam a legegyszerűbb és leghatékonyabb felhasználhatóságot.

A fentiek alapján az alábbi fő irányokban végzett kutatási eredményeket mutatom be:

1. Mely képfeldolgozási módszerek, algoritmusok alkalmasak arra, hogy elkülönítsünk különböző növénykultúrákat távérzékeléssel nyert felvételeken?
2. A felvételeken talált mikroárnyékok és árnyékok segítségével elkülöníthetőek-e a növénykultúrák és az erdők?
3. Távérzékeléssel nyert kétdimenziós felvételekből georeferálás nélkül készíthetünk-e háromdimenziós modellt a felszint borító növényzetről?
4. Távérzékeléssel nyert adatokkal kimutatható-e a szarvasgomba mogyoró bokrokon?
5. Előre jelezhető-e a phytophthora fertőzés terjedése burgonyaleveleken laborkörülmények között?
6. A burgonyagumók elkülöníthetőek-e színbeli tulajdonságaik alapján?
7. Az objektum digitális képének skaláris mutatói alkalmasak-e szeparációra?
8. Okostelefonokban található szenzorok mennyire alkalmasak pozicionálásra?

## **Kutatási módszerek és eszközök**

A disszertációmban különböző hullámhossz tartományokban készült digitális felvételeket vizsgáltam az eltérő matematikai és statisztikai eljárások segítségével azért, hogy előre tudjam jelezni a phytophthora terjedésének várható útvonalát; a szarvasgomba fertőzés detektálását valamint a gyeptársulások fajokra történő bontását el tudjam végezni [1]. Továbbá digitális képfeldolgozási módszert javasoltam a hatékonyabb kiértékelés érdekében (Fourier transzformáció, Quadtree, Octree) [2][3][5][7].

A matematikai elemzés elsődleges célja az volt, hogy megvizsgáljam, hogy a különböző növénykultúráknál és gyepalkotó növénytársulásoknál található-e egy adott fajra jellemző mintázatokat, illetve a gombás fertőzések terjedése mennyire írható le matematikai formulákkal. Ehhez a MATLAB szoftvert használtam [4] További cél volt a nemzetközi és hazai szakirodalmakban szereplő leírásokban, kutatási beszámolóknak, folyóiratokban és szaklapokban fellelhető adatok összevetése az általam mért eredmények összevetésével. Az esetleges egyezéseket matematikai és képfeldolgozási módszerekkel támasztottam alá.

Az okostelefonokban található navigációs szenzorok vizsgálatára Kálmán filtert és regresszió analízist használtam [6] [8]. Ezekkel a módszerekkel hatékonyan tudtam szűrni a reflektált jeleket az eredeti jelektől. Ez nagyban pontosítja a pozicionálást olyan területeken, ahol nem mindig biztosított a tiszta rálátás az égboltra (város, erdős terület. A megfelelő algoritmus megtalálásához először a szenzorok működését kell megértenünk, illetve megvizsgálni, hogy milyen tényezőkre reagálnak érzékenyen.

## **Eszközök**

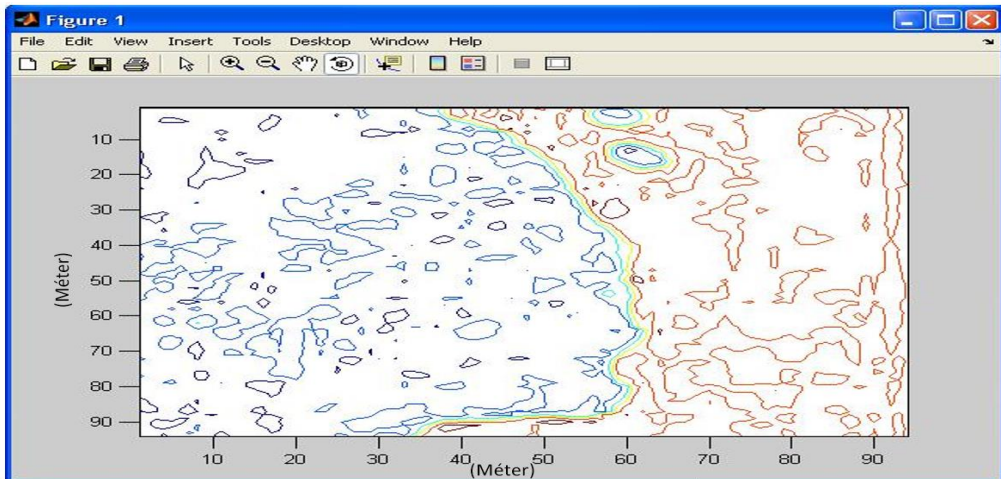
A dolgozatban részletezett kutatások során az alábbi eszközöket és szoftvereket használtam:

Erdas Imagine 7.0	Sony Ericcson Z
Adobe Photoshop CS4	HTC 8X
Matlab	HTC One Max
DAIS hiperspektrális felvételek	
SPOT, LANDSAT űrfelvételek	
Helix hőkamera	
Helix infrakamera	
Nokia Lumia 1520	
Nokia Lumia 1020	
iPad2	
Iphone 4S	

## **Eredmények**

1. Az általam vizsgált növények közül (kukorica, kakaslábfiú, lucerna, parlagfű, búza, gyep) a CMY pixelértékek tulajdonságaik alapján csak a búza és a gyepvel borított terület volt elkülöníthető, a többi között szignifikáns különbség nem kimutatható. (Ez a megállapítás azért fontos, mert ez arra világít rá, hogy Dr. Csák Máté cikkében szereplő állítás nem helytálló (Csák et al. 2009).) A mikroárnyékok és a Fourier transzformáció segítségével a magasabb növényeket (kukorica, erdő) sajátos textúrájuknak köszönhetően azonosítani tudtam. Kísérleteim során vizsgáltam a tölgyesek és fenyvesek mikroárnyékait, amelyek ezzel a módszerrel szignifikáns különbséget mutattak, így elkülöníthetőek. Ez a megoldás remekül alkalmazható archív felvételek elemzésénél, illetve feldolgozásánál, ahol nem áll rendelkezésünkre referenciaadat.

2. A vizsgálataim során használt módszerek (színtérképezés, kontúrok) azért használhatók eredményesen, mert a különböző növény- és gyepársulások színe és textúrája eltér egymástól. Ezt a látható tartományban készített felvételek elemzése és az ismételt terepi bejárás is bizonyította, illetve az eltérő virágzatok is ezt támasztják alá. Ebből kifolyólag a fraktálszerkezetük alapján is elkülöníthetőek. A kép nyers elemzésének eredményét a 1. ábra szemlélteti.

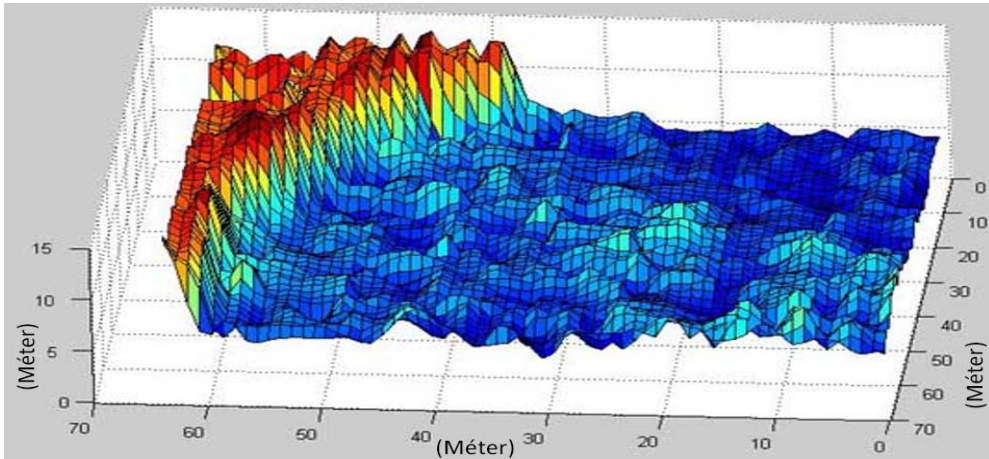


1. Ábra. Foltok vizsgálata (Saját forrás)

Az 1. ábrán látható foltok (szintvonalak) itt már jobban elkülöníthetők, megfigyelhetők. A baloldali erdősáv árnyékai is tisztán kivehetők, ami a növény szintek (növény magasságok) meghatározásánál az átmenetet okozta. Onnan lehet tudni, hogy ott nem különböző árnyékok vannak, mert párhuzamosan futnak, nem pedig köröket alkotnak (erről a terepi bejárásnál is meggyőződünk). Ennek segítségével meghatározható az erdő magassága (az árnyék magasságából és a beesési szögből kiszámítható a magasság), pontosabban az erdő szélén a szélén álló fáké (amelyek az árnyékot vetik). Ennek a modulnak a segítségével már könnyebb meghatározni a különböző foltok helyét, továbbá a háromdimenziós modell készítésénél is segíti a modell elkészítését.

3. A szintérvkép (Colormap) segítségével az alacsonyabb (10-50cm) növényeket sikerült egyértelműen elkülönítenem egymástól, mind színintenzitás, mind magasság alapján. A magasság meghatározásánál a mikroárnyékok elemzését a quadtree módszer segítségével végeztük el. Ezzel a módszerrel jól elkülöníthetők a különböző magasságú gyep társulások, illetve a különböző összetételű gyepalkotó növények is.

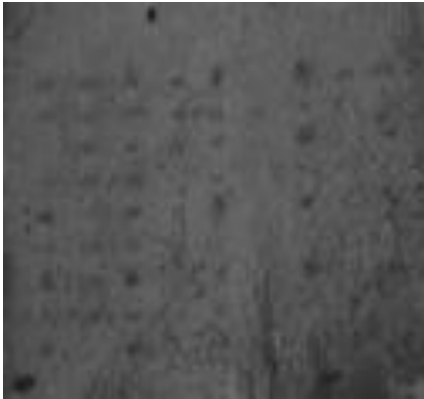
Kísérleteim során szignifikáns különbséget mutattam ki az ecsetpázsit és a francia perje alkotta foltok közt, pedig azok egymáshoz közel helyezkedtek el. A szintérképezéssel sikerült készítenem egy háromdimenziós modellt is a teszterületről, amivel a különböző magasságú növények jól behatárolhatóak (2. ábra).



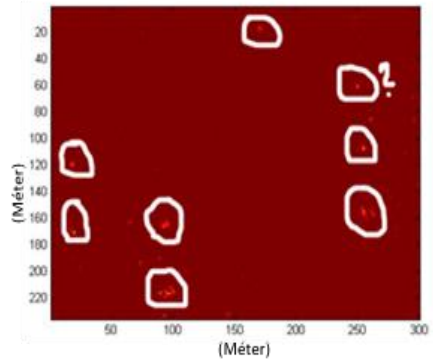
2. ábra 3 dimenziós modell a felszint borító névényekről (Saját forrás)

4. Infra és szürkeárnyaltos képeknél is jól használható a szintérképezés. Ennek köszönhetően a szarvasgombával fertőzött bokrok jól elkülöníthetők a gombával nem fertőzött bokroktól. Ilyen felvételek esetében a szintérképezéssel 0,031% különbséggel rendelkező értékeket is ki tudtam szűrni (3. és 4. ábra).



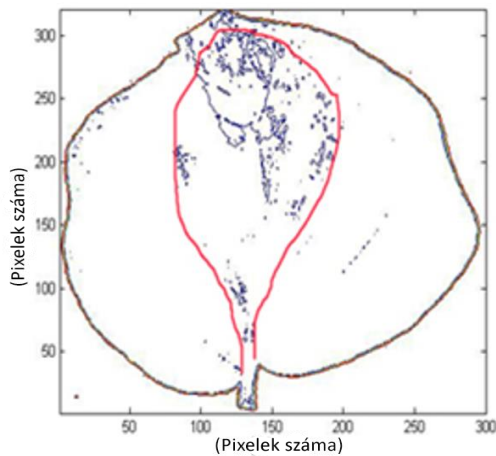


3. ábra Szürkeárnyaltos infra felvétel



4. ábra Elemzés utáni eredmények

5. A kontúrok vizsgálatával előre tudom jelezni a phytophthora infestans terjedésének várható irányát és mértékét burgonyaleveleken, laborkörülmények között. Kísérleteim során 50 elemszámú mintákat vizsgáltam 3 burgonyafajta esetében, és a módszer segítségével minden esetben 2-3 nappal előre tudtam jelezni, merre fog tovább terjedni a fertőzés a levélen, valamint a rezisztens fajta is jól azonosítható volt a kontúr segítségével (5. és 1. kép).

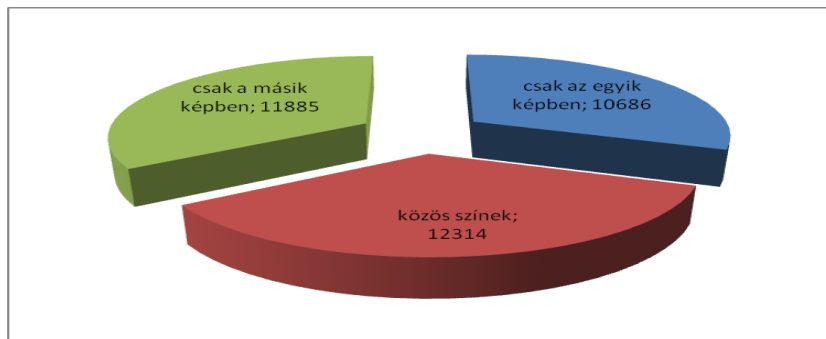


5. ábra. Burgonyalevél kontúrja a 6. napon  
(Saját forrás)



1. kép. Fertőzött levél a 8. napon  
(Saját forrás)

6. Vizsgálataimból egyértelműen kiderül, hogy a BMP kiterjesztésű képek alapján nem lehetséges egyértelműen meghatározni a buronyagumók hovatarozását, ha csak a színszám kerül felhasználásra a szeparálásnál. Abban az esetben, ha vesszük a 40. ábra szerinti méréssorozat BMP képeinek a színszámának várható értékét, majd vegyük az ehhez legközelebb álló két egymás melletti értéket produkáló két kép színeinek számát és viszonyát, ekkor a 6. ábra szerinti eredményt kaptuk:



6. Ábra. Egyazon Kt gumó két BMP képének színszámai és viszonyuk (Saját forrás)

Az ugyanazon tárgyról készített két kép durva eltérése az jelenti, hogy mégsem jól standardizált a felvételezési környezet, szemben Csák (et al. 2009) állításával. Feltételezhetően a legfőbb különbséget éppen a reprodukciót biztosítani hivatott körvaku okozta. Ez azt jelenti, hogy ismételt használat esetén a vaku nem tudja ugyanazt a 'fényességet' produkálni a felvételezés során. Kísérleteim során egyértelműen kiderült, hogy a teljes újratöltéshez legalább 4 perc 32másodpercet kell várni. De ebben az esetben is 2-3% eltérés lesz a színtelítettség szempontjából. Korábbi kutatások alkalmával Csák (et al. 2009) a felvételezés során csupán 1-2 percet várt, ami alapján kijelenthető, hogy állításai helytelenek.

## 7. Az elemzés folyamatából érdemes kiemelni három észrevételt:

7.1. A JPG képekhez rendelt funkcionálértékek a vizsgált három funkcionálnál jóval kisebbek, mint az ugyanazon mintahalmazhoz tartozó BMP képek értékei, következésképp csak egyező formátumú képállományok összevetése lehet értelmes.

7.2. A különböző fajták funkcionálértékei eloszlásának jellege markánsan eltérő lehet, amely meghatározóbb fajta-jellemzőként funkcionálhat, mint pl. a várható érték. Az így elért eredményeknél már lehetséges egy szűkebb spektrumot adni az adott fajtákról, de az egymáshoz közel eső fajtáknál még így sem lehet egyértelműen szegmentálni. Ez a legnagyobb mértékben a Katica fajtánál (JPG) észlelhető.

7.3. A vizsgálatok elején az volt a feltételezés, hogy a BMP tárolás, és a még hozzá hasonlóan eltérő képpontfelhővel rendelkező két burgonyafajta esetén sem megbízható feltétlen a funkcionálérték megkülönböztető jegyeiben.

8. Méréseim során egyértelműen bizonyítottam, hogy az okostelefonokba épített szenzorok nagyon érzékenyek és önállóan képtelenek a pontos kültéri pozicionálásra, sajnos még szabad térben is magas hibaszázalékkal működnek (GPS, GLONASS) (7. ábra).



7. ábra. Átlagtávolságok (Saját forrás)

A mérések alapján kijelenthető, hogy a napjainkban kapható okostelefonokban található kültéri navigációra használatos szenzorok nem szolgáltatnak minden esetben pontos eredményt. Csak tiszta égbolt rálátás esetén adnak viszonylag pontos értékeket, ami egy fás, erdős területen már nem mondható el. Már 30%-os égbolt takartságnál 27%-al csökken a mért adatok pontossága. Továbbá az alkalmazott szoftver és operációs rendszer is befolyásolja a kapott eredményeket!

### **A kutatás folytatásának további iránya**

A fent ismertetett kutatási témák közül a beltéri navigációs szoftver fejlesztésén dolgozom jelenleg a munkatársaimmal. A szoftver első verzióját – amely az okostelefonokban található szenzorokat monitorozza - fejlesztjük tovább, mivel eddigi kutatásaink során többé-kevésbé megismertük, hogy mely tényezők okozhatnak mérési bizonytalanságot a pozicionálás tekintetében. Fejlesztésünk következő lépése, hogy megvizsgáljuk a szenzorok energia felhasználását, ezzel a későbbiekben optimalizálni tudjuk a navigációs szoftver energia felhasználását. Ezt követően szeretnénk több algoritmust letesztelni, amivel a mérési bizonytalanság által okozott hibákat szorítanánk vissza.

### **A kutatáshoz felhasznált fontosabb tudományos közlemények**

1. Datt (1999): Visible/near infrared reflectance and chlorophyll content in Eucalyptus leaves, International Journal Of Remote Sensing, Volume 20, Issue 14, pp. 2741-2759, Version of record first published: 25 Nov 2010, DOI: 10.1080/014311699211778
2. E. M. Stein, R. Shakarchi (2003): Fourier Analysis: An Introduction. Princeton University Press, Princeton, ISBN 0-691-11384-X

3. E. Poem, Y. Gilead†, Y. Lahini, and Y. Silberberg (2012): Fourier processing of quantum light, Physical Review A, Volume 86, Issue 2, 5 pages, DOI: 10.1103/PhysRevA.86.023836
4. Finn Haugen (2003): Tutorial for control system toolbox for MATLAB (online tutorial), [http://techteach.no/publications/control\\_system\\_toolbox](http://techteach.no/publications/control_system_toolbox)
5. Hui Yu, Li Li; Dan Liu; Hongyu Zhai; Xiaoming Dong (2010): Based on quadtree fractal image compression improved algorithm for research, In E-Product E-Service and E-Entertainment (ICEEE), 2010 International Conference on, pp. 1-3.
6. Petros Hadjicostas (2012): Using L1-Regression to Estimate a Monotone Two-Piece Linear Relationship Between Two Angular Variables, The operations research society of New Zealand, 46th Annual Conference, pp. 139-147., 10-11., December, (2012)
7. Raphael Finkel and J. L. Bentley (1974). "Quad Trees: A Data Structure for Retrieval on Composite Keys", Acta Informatica 4 (1): 1–9.doi:10.1007/BF00288933
8. Shu-Chih Yang, Eugenia Kalnay, Brian Hunt (2012): Handling Nonlinearity in an Ensemble Kalman Filter: Experiments with the Three-Variable Lorenz Model. Monthly Weather Review 140:8, 2628-2646

### **Tudományos közlemények**

#### **A tézisek témájához kapcsolódó publikációk**

1. Horváth Z., I. Jenák, F. Brachmann, S. Jenei (2015): Inaccuracy of smartphone sensors (Elfogadva publikációra)
2. Horvath Z. (2015): Sensibility of Sensors in Smartphones, International Journal of Electronics & Communication

- Technology 6:(1) pp. 9-12., ISBN 2230-9543, impact factor 0,472
3. Horvath Z, H. Horváth (2014): More sensors or better algorithm? Service Science and Knowledge Innovation, pp. 238-245, Springer, Berlin (ISBN 978-3-642-55354-7)
  4. Horvath Z., I. Jenák (2014): The G forces of the GPS measurement accuracy, International Journal on Electronics and Communication Technology, issue 5, pp 15-17, impact factor 0,472, (ISBN 2229-4333)
  5. Horvath Z., H. Horvath (2014): The Measurement Preciseness of the GPS Built in Smartphones and Tablets, International Journal on Electronics and Communication Technology, issue 1, pp 17-19, impakt factor 0,472
  6. Horvath Z. (2013): Analysis to forecast the spread of phythophthora of potato leaf with kontúr, Journal of Communications and information Sciences issue 3, pp. 52-57, ISSN : 2093-9671
  7. Horvath Z. (2013): Separation plant cultures with color mapping, Journal of Communications and Infromation Sciences, issue 3, pp. 99-109, ISSN : 2093-9671
  8. Horvath Z. (2012): Separation plant cultureswith color mapping, IEEE Computer Sci., 2012. 4 p. (7th International Conference on Computing and Convergence Technology (ICCIT, ICEI and ICACT); 2012.), (ISBN:978-89-94364-21-6)
  9. Hegedűs G., Horváth Z. (2011): A digitális kép spektrális bizonytalanságának hatása a kép funkcionáljaira, ACTA AGRARIA KAPOSVÁRIENSIS 15:(3) pp. 51-65.

10. Horváth Z., Hegedűs G. (2012): SFD-weight distribution analysis, In: Szamonek Vera (szerk.), 10. Országos interdiszciplináris Grastyán konferencia előadásai, pp. 32-36., (ISBN:978 963 642 470 1)
11. Hegedűs G, Horváth Z. (2011): A digitális kép funkcionáljainak szeparáló képessége, In: Szappanyos Melinda (szerk.) 570 p., pp 14., (ISBN:978 615 5181 14 6)
12. Horváth Z., Hegedűs G. (2011): Problems of the SFD measurements and improving the color characterisation, In: Iványi Péter (szerk.), Research conference on information technology: honoring volume on Pollack Mihály Faculty of Engineering and Information Technology: Seventh International PhD & DLA Symposium, (BME PA közlemény 125716), (ISBN:978-963-7298-46-2)
13. Horváth Z. (2011): Analysis to Forecast the Spread of Phytophthora of Potato leaf With Kontúr, In: Szakál Anikó (szerk.), Computational Intelligence and Informatics (CINTI), 2011 IEEE 12th International Symposium on. 601 p., Piscataway: IEEE, 2011. pp. 597-600., (ISBN:9781457700446)

#### **A tézisek témájához kapcsolódó konferencia szereplések**

1. Horvath Z., I. Jenák, F. Brachmann, S. Jenei (2015): Inaccuracy of smartphone sensors, The International Conference on Technological Advances in Electrical, Electronics and Computer Engineering, Singapore, Malaysia
2. Horvath Z. (2015): Sensibility of Sensors in Smartphones, Advances in Computer Science, Electronics & Communication Technologies. Bangkok, Thaiföld

3. Horvath Z., H. Horvath (2014): More sensors or better algorithm?, International Conference on Informatics and Semiotics in Organisations, Shanghai, China
4. Horvath Z., I. Jenak (2014): The G forces of the GPS measurement accuracy, Advancements in Engineering Technology and Management. Bangkok, Thaiföld
5. Horvath Z., H. Horvath (2014): The Measurement Preciseness of the GPS Built in Smartphones and Tablets, The International Conference on Advancements in Engineering, Technology and Management, Bangkok, Thailand
6. Horváth Z., Brachmann F. (2013): Okostelefonokba és tabletekbe épített GPS-ek mérési pontossága, pp. 9-14, XXIII. Nemzetközi Számítástechnika és Oktatás Konferencia
7. Horváth Z. (2012): Szarvasgomba lelőhelyek feltérképezése távérzékelés segítségével Kolozsvár: Erdélyi Magyar Műszaki Tudományos Társaság, pp. 56-59., XIII. nemzetközi Energetika-Elektrotechnika Konferencia
8. Hegedűs G., Horváth Z. (2008): 3 Dimension rain simulation made by MATLAB in the Keszthely Mountain, pp. 21-29., ISAF XIV. European Conference, Prague
9. Horváth Z., Hegedűs G. (2006): ITF Keszthely (szerk.), Hiperspektrális felvételek fraktálszerkezetének vizsgálata gyepársulások osztályozásában
10. Horváth Z., Kozma B. V., Hegedűs G., Berke J. (2006): Information System in Agriculture (szerk.), Fractaltexture test in lawn combination classification with hyperspectral images, XII.



Information System in Agriculture and Forestry conference,  
Prague

11. Horváth Z., Hegedűs G., Busznyák J., Berke J. (2004): Fény-Tér-Kép (szerk.), Fény-Tér-Kép alapú kutatástámogatás a VE Georgikon karán, Fény-Tér-Kép

#### **A tézisek témájához nem kapcsolódó publikációk**

1. Horváth Z., Imrek Gy (2011): 3 Dimension and what is behind it, TECHNOLOGIA VZDELAVANIA / TECHNOLOGY OF EDUCATION 19:(4) pp. 12-18.
2. Berke J., Polgár P., Horváth Z., Nagy T. (2006): Developing on exact quality and classification system for plant improvement, JOURNAL OF UNIVERSAL COMPUTER SCIENCE 12:(9) pp. 1154-1164. impact factor 0.37
3. Grósz G, Horváth Z, Sárdi K, Berke J (2005): Applications of Digital Methodologies for the Determination of Parameters Related to Crop Productivity In: Chetverikov D, Czúni L, Vincze M (szerk.) Joint Hungarian-Austrian conference on image processing and pattern recognition. 5th conference of the Hungarian Association for Image Processing and Pattern Recognition (KÉPAF), 29th workshop of the Austrian Association for Pattern Reco: HACIPPR 2005 - OAGM 2005/KÉPAF 2005, Vienna: OCG, 2005. pp. 273-278., ISBN:3-85403-192-0

#### **A tézisek témájához nem kapcsolódó konferencia szereplések**

1. Horváth Z. (2008): E-learning system for Plant recognition, pp. 18-24., ISAF XIV. European Conference, Prague

2. Horváth Z. (2007): Elektronikus növényfelismerés tananyag, Konferencia helye, ideje: Nagyvárad, Románia, 4 p.,(XVII. SzámOkte, International Conference of Computer Science and Energetics- Electrical Engineering)
3. Horváth Z., Hegedűs G., Nagy S., Csák M., Berke J. (2005): MAGISZ Debrecen (szerk.), Fajtaspecifikus kutatási integrált informatikai rendszer, MAGISZ