**A habilitációs és a tudományos előadás vázlata**

(három habilitációs és egy tudományos előadás témavázlatának beadása kötelező)

A habilitációs előadások tervezett általános témaköre:

**Nagy felbontású távérzékelés**

A távérzékelési technológiák felbontás szerinti osztályozása során négy csoportot különítünk el: térbeli, időbeli, spektrális és radiometriai. Jelen előadás vázlatokban a nagy térbeli, időbeli és spektrális felbontással kapcsolatos témakörökkel, technológiai háttérrel és kihívásokkal foglalkozunk.

**1. Habilitációs előadás címe: Nagy térbeli felbontású távérzékelés**

A távérzékelés történeti megközelítésekor automatikusan a műholdakkal kezdjük a témakör érdemi tárgyalását. Ez az időszak volt az, amikor a professzionális, szisztematikus és globális távérzékelés megkezdődött, gyakorlatilag a hetvenes évek elejétől az USA vezetésével. Természetesen voltak már korábban is légi felvételek, sőt űrfelvételek is, különböző minőségben és céllal. A katonai küldetések mindig nagy lendület adtak a távérzékelés fejlődésének, de a széles körű alkalmazás a Landsat műholdcsalád megjelenésével kezdődött. Ez a műholdsorozat (jelenleg Landsat 8) ma is aktívan működik, de időközben számos új műhold jelent meg a tudományos ás polgári felhasználás területén, átírva a korábban megszokott térbeli felbontási paramétereket. A Landsat műholdak az átlagos 30 m-es multispektrális felbontásukkal a közepes vagy mérsékelt felbontású kategóriába kerültek. Előre törtek azon műholdak, amelyek térbeli felbontása egy méter alatti, vagy ebben a nagyságrendben helyezkedik el. A nagy térbeli felbontású műholdakra jellemző viszont, hogy ingyenesen nem érhetők el és csak néhány spektrális csatornával (>> 10) rendelkeznek. Sajnos műholdas távérzékelés esetén a nagy térbeli felbontás nehezen egyeztethető össze a nagy spektrális felbontással, viszont jelentős változás történt az időbeli felbontásban. Fontos továbbá megjegyezni, hogy a távérzékelés eszközrendszere az elmúlt évtizedben jelentősen kibővült, nem csak a növekvő számú műholdszolgáltató miatt, hanem a platformok megújulása a drónok, robotikus járművek és kézi eszközök megjelenése miatt is. Az előadás során kitérünk továbbá a nagy térbeli felbontás adta alkalmazási területekre és a túl nagy adatmennyiség okozta nehézségekre is.

Az előadás a következő fő vázlatpontok köré épül.

1. A távérzékelési adatlánc bemutatása

2. A három felbontás és a térbeli felbontás kapcsolata

3. A nagy térbeli felbontás

4. Változatos platformok

5. Alkalmazási területek

6. Városi távérzékelés

Az előadás elősorban a leendő Térinformatikus MSc képzés Távérzékelés, valamint a jelenlegi Térképész MSc képzés előadásaihoz kapcsolódik, de része a Programtervező Informatikus MSc képzés Térinformatika előadásainak is.

**2. Habilitációs előadás címe: Nagy időbeli felbontású távérzékelés**

Távérzékelési platformok esetén a négy félbontás közül (térbeli, időbeli, spektrális, radiometriai) az időbeli felbontás az egyik legizgalmasabb és egyben legnagyobb kihívást jelentő jellemző vagy értékmérő tulajdonság. Az időbeli felbontási igényt mindig a kitűzött alkalmazási cél igényei határozzák meg. Gondoljuk egy geológiai vagy mezőgazdasági térképezésre, ahol az egyik esetben egy év során nem feltétlenül van jelentős változás, míg a másik esetben napról-napra (betegségek, fenológia, stb.) változik a távérzékelt felszín tulajdonsága. Számos földfelszíni esemény igényli a nagy időbeli felbontást (szökőár, folyómonitoring, katasztrófavédelem, növényvédelem, precíziós mezőgazdaság, stb.). Műholdak esetén az adatszolgáltatás jellemzően periodikus és nem állandó, az optikai távérzékelés esetében pedig rendkívül időjárásfüggő. Ezen számos esetben segítenek a nem időjárásfigyelő radarok, amelyek kevésbé érzékenyek a légköri folyamatokra,sajnos ezek nem tudják helyettesíteni a multispektrális méréseket. Nem mondhatjuk el, hogy vannak győztes technológiai megoldások, hanem egymást kiegészítő komplementer megoldásokról beszélhetünk, amelyek évről évre jobb és eredményesebb munkát tesznek lehetővé. Hogyan tudjuk mégis kielégíteni a nagy időbeli felbontás igényét, ilyen és ehhez hasonló kérdésekre keressük a választ az előadásban. A függetlenség, flexibilitás és mobilitás olyan kulcsszavak lettek a távérzékelésben, amelyek az időbeli felbontást is jelentősen befolyásolják. A felszínfigyelő műholdak számának növelésével (Sentinel 1A, 1B, RapidEye, stb.) és a komplementer technológiák (UAV) megjelenésével jelentősen javult az időbeli felbontás, mely kedvező az időkritikus események követésében és a távérzékelés adta lehetőségek széleskörű elterjedésében.

Az előadás a következő fő vázlatpontok köré épül.

1. A távérzékelési adatlánc bemutatása

2. A három felbontás és az időbeli felbontás kapcsolata

3. A nagy időbeli felbontás

4. Komplementer technológiák

5. Alkalmazási területek

6. Mezőgazdasági távérzékelés

Az előadás elősorban a leendő Térinformatikus MSc képzés Távérzékelés, valamint a jelenlegi Térképész MSc képzés előadásaihoz kapcsolódik, de része a Programtervező Informatikus MSc képzés Térinformatika előadásainak is.

**3. Habilitációs előadás címe: Nagy spektrális felbontású távérzékelés**

A távérzékelési technológiák fejlődése során az egyik legnagyobb változást a spektrális felbontás területén látjuk. A terepi spektroszkópiában használatos nem képalkotó adatgyűjtő eszközök a kezdetektől fogva nagy spektrális felbontással rendelkeztek, de nem szolgáltattak térbeli eloszlást, azaz képet. Korábban azok a spektrális adatgyűjtő szenzorok, amelyek képet, rendezett térbeli eloszlású spektrálistéradatot rögzítettek, csak néhány spektrális csatornával rendelkeztek. Azokat az optikai adatgyűjtőket, amelyek képet készítenek és átlagosan 5-20 spektrális csatornával rendelkeznek, multispektrális eszközöknek hívjuk. Ide tartozik a legtöbb földfigyelő műhold (pl. Landsat, Sentinel, SPOT, IKONOS stb.). Ha a spektrális felbontás növekszik és a csatornák száma közelít a százhoz vagy háromszámjegyűvé válik, akkor beszélünk hiperspektrális kamerákról. Sajnos a hiperspektrális műholdak száma még alacsony, néhány már pályán van (PROBA, Prisma, Hyperion) vagy előkészületben (Enmap). A platformok szempontjából jelentős változás a légi, drónos és kézi felhasználások területén történt. Itt a spektrális felbontás a képalkotás új módszereinek bevezetése során jelentősen kibővült. A spektrális légi szkennerek mellett megjelentek, a multi- és hiperspektrális drónkamerák, amelyek a műholdakhoz képest nagyobb spektrális felbontást és természetszerűleg jobb térbeli felbontást is el tudtak érni. Igaz, az egy repülés alkalmával lefedhető terület nagysága nagyságrendekkel kisebb a műholdas felvételekhez képest. A különböző felbontásokat kínáló megoldásokat azonban nem konkurens, hanem komplementer technológiákként kell és célszerű értelmeznünk és ismernünk. Fontos megjegyezni, hogy a spektrális képalkotást vagy képalkotó spektroszkópiát, a külföldi szakirodalomban gyakran nevezik kémiai képalkotásnak (chemical imaging) is, ami nagyon találó kifejezés. A nagy spektrális felbontás a kémiai, biokémai vagy geokémiai paraméterek rögzítését teszi lehetővé, lényegében kémiai térképeket alkotva egy adott területről. Ezért a nagy spektrális felbontású képadatok alkalmazást találnak a talajok tápanyagvizsgálatában, a növények stressz- és betegségkutatásában, mikroplasztik azonosításban, a tápanyagutánpótlásfeltérképezésében vagy más erőforrások felmérésében. A négy felbontás tekintetében a spektrális felbontás területén történtek a legdinamikusabba változások, mind a technológiai mind az alkalmazási területek szempontjából.

A habilitációs előadás tervezett vázlata:

1. A távérzékelési adatlánc bemutatása

2. A három felbontás és a spektrális felbontás kapcsolata

3. A nagy spektrális felbontása

4. Műholdas, repülőgépes és drónos platformok

5. Alkalmazási területek

6. Kémiai képalkotás

Az előadás elősorban a leendő Térinformatikus MSc képzés Távérzékelés, valamint a jelenlegi Térképész MSc képzés előadásaihoz kapcsolódik, de része a Programtervező Informatikus MSc képzés Térinformatika előadásainak is. Tudományos előadás címe: Spektrális kamerák és szenzorok az agrárinformatikai kutatásban A távérzékelés jellemzően egy olyan nem-destruktív mérési módszer, amely a tartalmi elemzés mellett részletes térbeli és időbeli felbontást is lehetővé tesz. A nagy felbontású távérzésékelés a termelési kockázati tényezőik csökkentésével jelentősen hozzájárul a fenntartható, preventív és precíziós növénytermesztési stratégiákhoz. Az agrárinformatika folyamatosan profitál a technológia kínálta előnyökből. A spektrális képalkotás és terepi spektroszkópia erőssége abban rejlik, hogy egy terület változékonyságát olyan módon képes feltérképezni, ami más módszerekkel hatékonyabban nem oldható meg. A nagy felbontású távérzékelés mind a kutatás mind az ipar számára olyan innovációs lehetőség, ami újabb alkalmat jelent az agrárinformatika gyakorlati elterjedésében. Az “out-of-the-lab” eszközök iránti igény indította el a korai terepi spektrométeres fejlesztéseket, amelyek történetileg a laboros spektroszkópiából származtak, jelentősen kiegészítve az optika és a hordozhatóság műszaki lehetőségeivel. A kezdetektől fogva a hordozható vagy kézi nem-képalkotó spektrométerek nagy népszerűségnek örvendtek a geológiai, talajtani és a vegetációs spektroszkópiában, mert terepi rugalmasságot és gyors adathozzáférést tettek lehetővé. A nem-képalkotó spektrométerek biztosítják a legnagyobb spektrális felbontást és legjobb minőségű adatot a többváltozós mezőgazdasági értékmérő tulajdonságok meghatározásához. Annak ellenére, hogy a pontspektrométerek ún. integráló mérést végeznek, amely megnehezíti a térbeli elemzéseket. A terepi mérési kampányokat gyakran légi- vagy műholdas hiperspektrális kameramérésekkel is kiegészítjük, ami lehetővé teszi nagyobb területek vizsgálatát, de a képalkotási eljárások miatt (például alacsonyabb zaj-jel arány és légköri hatás miatt) a becsült paraméterek pontatlanabbak lesznek, mint pontspektrométerek esetén. Ezt a kompromisszumot gyakran meg kell kötnünk a területi hatékonyság érdekében. Nyilvánvaló hiányosság érzékelhető az integratív pontszerű spektrális mérések és a légi vagy műholdas spektrális képalkotó mérések között, amely a felszíni vagy terepi hiperspektrális képalkotó eszközök használatával csökkenthető. A terepi képalkotó spektrális szkennerek (gyakori a műholdas és légi felvételeknél) például kevésbé terjedtek el a terepi adatgyűjtésben, mint a hordozható pontspektrométerek, mert a szkennerek működtetése állványos terepi felépítménnyel rendkívül időigényes volt. A nem-szkennelő vagy snapshot hiperspektrális képalkotás megjelenésével sikerült ezeket a nehézségeket feloldani és ezzel a hiányzó elemmel a távérzékelési adatláncot kiegészíteni. A snapshot hiperspektrális képalkotás gyors adathozzáférést tesz lehetővé miközben az összes képelem és spektrális adattartalom késleltetés nélkül, valós időben jön létre. A tudományos előadás a spektrális kamerák és terepi spektrométerek technológiai fejlődését, tudományos jelentőségét és alkalmazásfejlesztési lehetőségeit mutatja be, különös tekintettel a saját kutatási eredményekre és annak jelentőségére az agrárinformatikában.

**Tudományos előadás tervezett vázlata:**

1. Terepi spektroszkópia

2. Nem képalkotó szenzorok

3. Képalkotó szenzorok

4. Rendelkezésre álló spektrumok

5. Mintavételezési dimenziók

6. Összehasonlíthatóság

7. Elemzési módszerek

8. Alkalmazási területek

9. Video spektroszkópia

10. Fejlődési irányok

**A tudományos előadás idegen nyelvű összefoglalója**

Spectral cameras and sensors in digital farming Remote sensing typically performs non-destructive measurements without manipulating the measured material, while providing the possibility of a broad spatial overview and high temporal flexibility of measurements. High-resolution remote sensing applications can consolidate sustainable, prevention- and precision-oriented crop management strategies by decreasing production risks. Digital farming is constantly benefiting from these technological advantages. The real benefit of spectral imaging and field spectroscopy is the capability to characterize spatial or field variability that cannot be parameterized more effectively any other way. Highresolution spectral sensing provides the opportunity for both research and industry to develop novel approaches and technologies for putting digital farming into practice. The demand for out-of-the-lab devices initiated the early field spectroscopy experiments with non-imaging measurements, which originated from laboratory spectroscopy and required respective developments in optics and portable platform techniques. From the beginning, portable or hand-held non-imaging field spectroradiometers were very popular in geology, soil and vegetation spectroscopy as they assured flexible and rapid field data acquisition. Nonimaging field spectroradiometers provide the highest spectral resolution and high-quality information content for estimating agricultural traits with multivariate characters. However, using a point spectrometer only integrative measurements can be performed, which hamper the analysis of spatial variability. Field campaigns with portable field spectroscopy are often complemented with data of airor space-borne imaging spectrometers to cover larger areas; large-area coverage in-fight campaigns often leads to decreased accuracies of estimated properties compared to point measurements (due to a lower signal-to-noise ratio and disturbing atmospheric influences, for example). There is an obvious gap between integrative point measurements and airborne or even space-borne image data, which may be filled by hyperspectral image data proximally sensed at the field scale. Field imaging line-scanners are less widespread in ground truthing than portable point spectroradiometers, as operating a field line scanner on a tripod with a rotation stage is very time consuming as compared to the use of a point spectroradiometer. Non-scanning or snapshot hyperspectral imaging is one possible solution to overcome this limitation in-field usability and to bridge the gap in the data chain. Snapshot hyperspectral imaging enables rapid data acquisition as the entire image with all spectra is captured at once. The scientific lecture presents the technological development, potential applications of spectral cameras and field spectrometers, while focusing on own research results and digital farming perspectives.