



ÚPRAVY ZPŮSOBU POŘIZOVÁNÍ A ZPRACOVÁNÍ HYPERSEKTRÁLNÍCH DAT

Jan Hanuš^{1,2}

1. Ústav výzkumu globální změny AV ČR, v.v.i., Brno, Bělidla 4a,
hanus.j@czechglobe.cz
2. ČVUT, Fakulta stavební, Katedra Geomatiky, Praha 6, Thákurova 7/2077

ABSTRAKT

V rámci ÚVGZ AV ČR (CzechGlobe) je provozována Letecká laboratoř zobrazujících systémů (FLIS – Flying Laboratory of Imaging Systems), jejímž základem jsou tři hyperspektrální skenery [1] od firmy Itres. Dva skenery snímají sluneční záření v odrazivé části spektra (400-2 400nm), třetí skener snímá data v termální oblasti (8000 - 11 500nm).

Příspěvek obsahuje několik příkladů vývoje, kterými v poslední době prošel proces pořizování a zpracování hyperspektrálních dat na CzechGlobe. Cílem je zpracování dat do formy vhodnější pro jejich další analýzu uživatelem.

KLÍČOVÁ SLOVA

dálkový průzkum, hyperspektrální data, zpracování dat

ÚVOD

Postup pořizování a zpracování hyperspektrálních dat prochází neustálými úpravami, jejichž cílem je výsledné zpracování dat do formy vhodnější pro jejich další analýzu uživatelem. V příspěvku budou uvedeny dva příklady vývoje pořizování a zpracování dat v uplynulých letech. Jeden příklad se zaměří na úpravu způsobu pořizování dat. V dalším bodě bude popsána úprava zpracovatelského řetězce.

ÚPRAVA AZIMUTU SNÍMÁNÍ

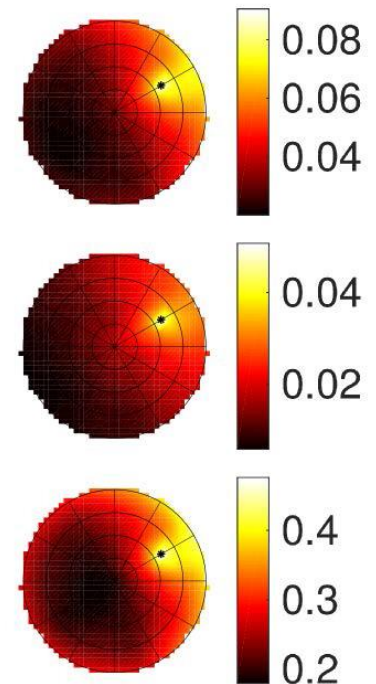
Mozaiky tvořené několika liniemi často trpí nesouladem v hodnotách odrazivosti na překrytu jednotlivých linií. Nesoulad je způsobený rozdílnou odrazivostí povrchů v různých směrech, kterou popisuje BRDF (Bidirectional reflectance distribution function). Tuto fyzikální vlastnost povrchů je možno využít ke studiu odrazivých vlastností. Většinou však uživatel upřednostňuje „bezešvou“ mozaiku, kde je stejný povrch charakterizován stejnou odrazivostí. V případě klasického leteckého snímání (ortofotomapy) je soulad navazujících snímků většinou dosahován metodami, které kladou důraz zejména na finální výsledek např. i barevné vyrovnání jednoho snímku na základě parametrů druhého snímku. V případě hyperspektrálních dat je však kladen velký důraz na radiometrickou kvalitu dat. BRDF korekce dat, tak mohou být založeny pouze na fyzikálně podložených přístupech. V případě leteckých hyperspektrálních senzorů je odrazivost korigována především ve směru příčném ke směru letu. Ke korekcím jsou používány základní empirické korekce např. Nadir Normalization



(ATCOR-4) nebo Across Track Illumination Correction (ENVI). Další možností je modelování BRDF jednotlivých povrchů na základě leteckých dat použité např. v modulu BREFCOR (ATCOR-4) [2]. BRDF efekt v příčném směru, způsobený relativně širokým úhlem záběru leteckých senzorů, je však možno efektivně potlačit vhodnou geometrií letu bez nutnosti následného provádění korekcí.

Většina přírodních povrchů má odrazivost symetrickou k vzhledem k ose definované zdrojem záření (slunce) a objektem. Na obrázku č.1 je zobrazena simulace hemisférické odrazivosti pro smrkový porost jako příklad přírodního povrchu. Zde je patrné, že dochází k významným změnám odrazivosti při změně úhlu pozorování v ose slunce – objekt. Naopak k minimálním změnám odrazivosti dochází ve směru kolmém/příčném na osu slunce – objekt. Z výše uvedených informací je patrné, že nejmenších změn v hodnotách odrazivosti dosáhneme, pokud budeme měnit pozorovací úhel pouze ve směru kolmém na osu slunce – objekt.

Výše zmíněná zjištění je možno výhodně využít u hyperspektrálních skenerů, které snímají data po jednotlivých řádcích a k významné změně pozorovacího úhlu dochází pouze v příčném směru. Nejvyšších hodnot odrazivosti tedy dosáhneme, pokud uzpůsobíme letový plán aktuální poloze slunce a azimut letových linií bude velmi blízký aktuálnímu azimutu slunce. Tyto hodnoty odrazivosti budou velmi blízké hodnotám, které by jsme nasnímali pro objekty umístěné v nadiru. Vytváření bezešvých mozaik bez nutnosti dalších korekcí je velmi vhodné zejména pro menší lokality sloužící jako kalibrační plochy pro satelitní data nebo vytváření časových řad.



Obr. 1: Simulace hemisférické odrazivosti smrkových porostů pro vlnové délky 552nm, 666nm a 779nm. Hvězdička vyznačuje polohu slunce.

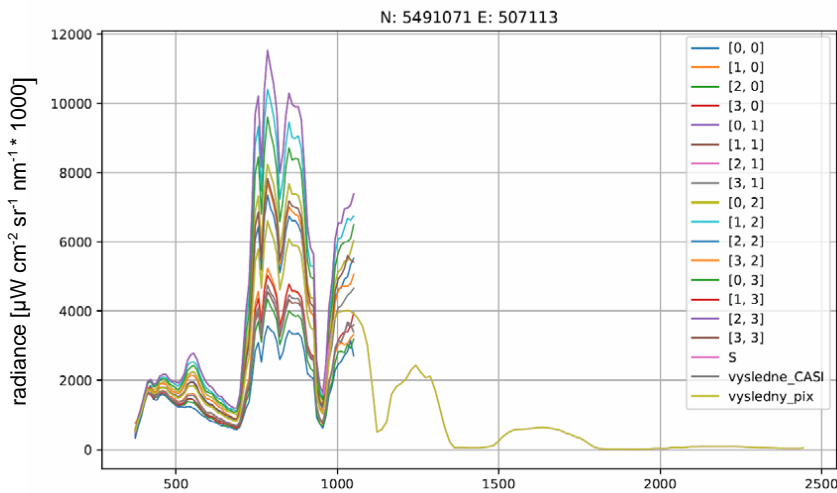


Obr. 2 a 3: Ukázka mozaiky v pravých barvách pro dvě linie pořízené ve směru mimo aktuální azimut slunce a třech linií pořízených ve směru aktuálního azimutu slunce.



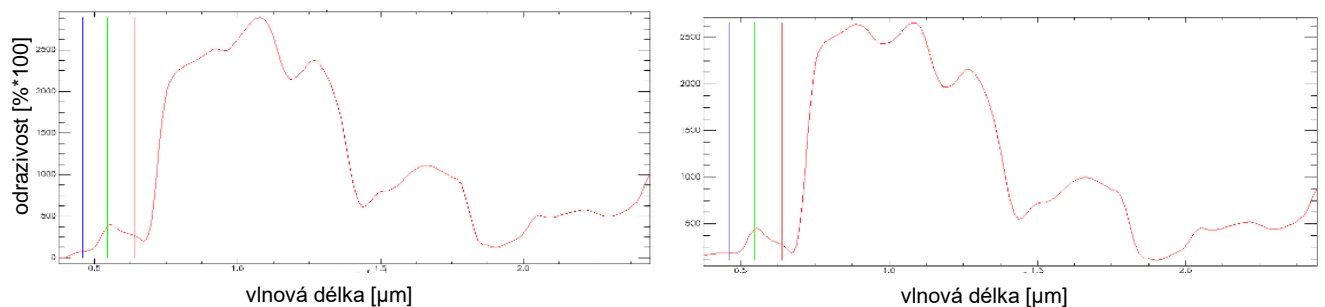
SLOUČENÍ DAT ZE SENZORŮ CASI A SASI PRO LESNÍ POROSTY

Senzor CASI-1500 [3] snímá data ve spektrálním rozsahu 380-1050nm na něj navazuje spektrálním rozsahem senzor SASI-600 (950-2450nm) [4]. Pro některé analýzy je vhodnější mít spojená data z obou senzorů do jedné hyperspektrální datové kostky se spektrálním



Obr. 4: Ukázka spektrální křivky jednoho SASI pixelu a spektrálních křivek k němu potencionálně odpovídajících CASI pixelů (lesní porost).

rozsahem 380-2450nm. Komplikací při tvorbě spojené datové kostky je rozdílné prostorové rozlišení obou senzorů. Nejsnazším řešením je zprůměrování CASI pixelů do SASI rozlišení např. funkcí „pixel aggregate“ (ENVI). Tento způsob je dobře využitelný pro homogenní plochy např. zemědělská půda. Pro heterogenní plochy s častým střídáním světla a stínu např. lesní porosty vede k nesouladu na spektrálním rozhraní mezi oběma senzory viz. obr. 4. Nesoulad je způsobený nepřesnou geometrickou kalibrací senzorů i rozdílným geometrickým modelem senzorů. Nedostatky vzniklé nepřesnou geometrickou kalibrací senzorů je možno kompenzovat porovnáním hodnot radiance ve spektrální oblasti, kterou snímají oba senzory. Navržené řešení spočívá ve výpočtu variantních převzorkování CASI pixelů do SASI rozlišení. Pro každý SASI pixel je spočteno 25 variant zprůměrování CASI pixelů do SASI rozlišení. Varianty se počítají do vzdálenosti 1 CASI pixelu od originální pozice v kroku 0,5 CASI pixelu. Jako výsledná je zvolena varianta, která má nejbližší hodnoty radiance ve spektrální oblasti, kterou pokrývají oba senzory. Zvolené řešení je vhodné a umožňuje přesnější propojení spektrálních křivek obou senzorů pro lesní porosty, kde jsou rozdílné hodnoty odrazivosti způsobené zejména kombinací osluněných a zastíněných pixelů obsahujících vegetační spektrum. Zvolené řešení není možno použít pro heterogenní povrchy s rozdílnými spektrálními vlastnostmi např. městskou zástavbu.



Obr. 5 a 6: Ukázka spektrální křivky jednoho atmosféricky korigovaného pixelu se sloučeným spektrálním rozsahem senzorů CASI a SASI. Obr. 5 (vlevo) zobrazuje spektrální křivku sloučenou pouze na základě geografické polohy. Obr. 6 (vpravo) zobrazuje spektrální křivku sloučenou na základě výše popsání řešení.



ZÁVĚR

Vybudování zpracovatelského řetězce pro korekce hyperspektrálních dat je dlouhodobý proces, který prochází neustálými úpravami zajišťujícími co nejlépe korigovaná data. V rámci tohoto příspěvku byly prezentovány dvě úpravy vhodné pro pořizování/zpracování určitého typu dat.

PODĚKOVÁNÍ

Tato práce vznikla za podpory Ústavu výzkumu globální změny AV ČR.

REFERENCE

- [1] Schaepman, M.E., 2009. Imaging Spectrometers. In T.A. Warner, M. Duane Nellis & G.M. Foody (Eds.), The SAGE Handbook of Remote Sensing (pp. 166-178). London (UK): SAGE
- [2] Richter, R., 2007. Atmospheric/Topographic Correction for Airborne Imagery, ATCOR-4 User Guide, Version 4.2, Deutsches Zentrum fuer Luft- und Raumfahrt e. V. (DLR) and ReSe Applications Schläpfer, pp. 125.
(<http://www.rese.ch/atcor/atcor4/>)
- [3] ITRES CASI-1500 Instrument Manual, ITRES Research Limited
- [4] ITRES SASI-600 Instrument Manual, ITRES Research Limited