

DPZ INFRASTRUKTURA NA CZECHGLOBEJan HANUŠ¹, Tomáš FABIÁNEK²^{1,2} Centrum výzkumu globální změny AV ČR, v.v.i.- CzechGlobe, Bělidla 4a, 603 00, Brno, ČR
*hanus.j@czechglobe.cz***Abstrakt**

Výzkum v oblasti obrazové spektroskopie je na CzechGlobe rozvíjen od roku 2004, kdy byl zakoupen letecký hyperspektrální senzor AISA Eagle od firmy Specim Ltd. V posledních letech bylo přístrojové vybavení CzechGlobe výrazně rozšířeno a byla vybudována „letecká laboratoř“ FLIS (Flying Laboratory of Imaging Systems). V současné době je FLIS vybaven obrazovými spektrometry CASI1500, SASI600 a TASI600 od firmy Itres snímajících ve spektrálních oblastech VNIR, SWIR a LWIR. Standardní součástí FLIS je i full waveform laserový skener Riegl Q780 operovaný ve spolupráci s projektem AdMaS.

V rámci prezentace bude představena dostupná infrastruktura a zpracovatelský řetězec vyvinutý na CzechGlobe.

Abstract

Research in field of imaging spectroscopy started at CzechGlobe in 2004, when was purchased airborne hyperspectral system AISA Eagle Ltd. Czechglobe facilities were significantly increased during last years. New Flying Laboratory of Imaging Systems (FLIS) was established. FLIS is nowadays equipped by imaging spectroradiometers CASI1500, SASI600 and TASI600 developed by company Itres, these spectroradiometers covering VNIR, SWIR and LWIR spectral range. FLIS is standardly equipped by full waveform laser scanner Riegl Q780 operated in cooperation with AdMaS project.

Within presentation will be introduced infrastructure and pre-processing chain developed at CzechGlobe.

Klíčová slova: dálkový průzkum Země; obrazová spektroskopie; zpracovatelský řetězec.

Keywords: remote sensing; imaging spectroscopy; pre-processing chain.

ZÁKLADNÍ POPIS LETECKÉ LABORATOŘE OBRAZOVÉ SPEKTROSKOPIE (FLIS)

Letecká laboratoř obrazové spektroskopie (FLIS) se skládá z leteckého nosiče, spektroskopických obrazových senzorů a leteckého full-waveform laserového skeneru. Jako letecký nosič slouží fotogrammetrické letadlo Cessna 208B Grand Caravan (viz obr. 1) se dvěma snímacími otvory. Základní senzorické vybavení je tvořeno hyperspektrálními senzory firmy Itres (CASI1500, SASI600, TASI600), jejichž základní specifikace jsou uvedeny v tabulce 1 a full-waveform laserový skener operovaný ve spolupráci s projektem AdMaS. Letadlo je vybaveno i dalšími přístroji a systémy sloužícími k pořizování kvalitních dat a jejich zpracování (navigační systém, gyroskopická plošina, atd.). Pomocné přístroje je možno využít i pro zabudování jiných standardních a experimentálních senzorů.



Obr. 1. Letecká laboratoř obrazové spektroskopie (FLIS)

ZPRACOVÁNÍ DAT OBRAZOVÉ SPEKTROSKOPIE

V uplynulých letech byl v rámci CzechGlobe vybudován zpracovatelský řetězec pro data obrazové spektroskopie neboli hyperspektrální data. Řetězec umožňuje zpracování obrazových dat pořízených různými hyperspektrálními senzory (AISA Dual, HyMap, CASI1500, atd.) do různých úrovní zpracování (radiometrické, atmosférické, geometrické korekce). Řetězec je nadále vyvíjen a upravován se snahou optimalizovat náklady a kvalitu zpracovávaných dat pro uživatele. V poslední době se vývoj zpracovatelského řetězce zaměřuje zejména na zkvalitnění korekcí hyperspektrálních dat na základě využití souběžně snímaných laserskenovacích dat, jak je i cílem aktivity HYLIGHT v rámci projektu EUFAR2.

Tab 1. Základní technické specifikace hyperspektrálního systému FLIS.

			
Senzor	CASI-1500	SASI-600	TASI-600
Spektrální oblast	VNIR	SWIR	LWIR
Spektrální rozsah [nm]	380-1050	950 – 2450	8 000 – 11 500
Počet prostorových pixelů	1500	600	600
Max. spektrální rozlišení [nm]	3.2	15	110
Zorný úhel [°]	40	40	40

Hyperspektrální data procházejí několika úrovněmi předzpracování, než mohou být použita pro aplikace běžnými uživateli. Standardně jsou prováděny radiometrické, atmosférické korekce a georeferencování obrazu. Po provedení radiometrických a atmosférických korekcí obrazu jsou data vyjádřena v relativních jednotkách reflektance (odrazivosti) na úrovni zemského povrchu. Takto korigovaná data lze pak vzájemně porovnávat v časových řadách, případně je možné srovnávat data nasnímaná různými senzory.

V průběhu radiometrických korekcí jsou naměřené digitální hodnoty intenzity obrazu (DN hodnoty z angl. Digital Numbers) kalibrovány a převedeny na fyzikální radiometrické veličiny, hodnoty radiance na úrovni senzoru v jednotkách $W \cdot cm^{-2} \cdot sr^{-1} \cdot nm^{-1}$. Radiometrické korekce obrazu jsou standardně prováděny v programu dodávaným výrobcem senzoru. Následně atmosférické korekce odstraňují z nasnímaných obrazových dat vliv atmosféry, tzn. pohlcování a rozptyl slunečního záření atmosférickými plyny a aerosoly na cestě světelného paprsku mezi sluncem, zemským povrchem a senzorem. Atmosférické korekce leteckých hyperspektrálních dat jsou na CzechGlobe většinou prováděny v programovém balíku ATCOR-4, který využívá model radiativního transferu záření v atmosféře MODTRAN-5. Tento program umožňuje i značné množství dalších korekcí, která jsou vhodná aplikovat na letecká hyperspektrální data např.: BRDF korekce. Po provedení atmosférických korekcí jsou data vyjádřena v relativních hodnotách odrazivosti (reflektance) na úrovni zemského povrchu.

Aby bylo možné spektrální signatury správně přiřadit odpovídajícímu místu na zemském povrchu je nutné provést georeferencování obrazu. V rámci řetězce před-zpracování hyperspektrálních dat snímaných leteckým senzorem je prováděno tzv. přímé geokódování (bez využití vlíčovacích bodů na povrchu) v programu PARGE nebo GeoCor. Během procesu přímého geokódování obrazu jsou provedeny geometrické korekce, ortorektifikace a umístění obrazu do zvoleného souřadnicového systému. Vstupními údaji pro georeferencování obrazu jsou data o poloze a úhlových odchylkách senzoru v průběhu letu z palubní GPS/INS jednotky a digitální model terénu nebo povrchu. Geometrické korekce opravují distorze obrazu způsobené zejména změnou rychlosti, výšky a polohy letadla ve třech osách (náklon, kolébání, odklon od letové osy). Ortorektifikace je prováděna na podkladě digitálního modelu terénu. V hornatém terénu kvalita DMT značně ovlivňuje výslednou přesnost georeferencování. Pro georeferencování dat je nejčastěji používán globální souřadnicový systém UTM s referenčním elipsoidem WGS-84.

Kvalita a přesnost jak přímého georeferencování, tak radiometrických a atmosférických korekcí může být ověřena pomocí kontrolních pozemních měření, které se provádějí současně s akvizicí leteckých snímků. Přesnost georeferencování se zjišťuje na kontrolních bodech, jejichž přesná pozice je zaměřena geodetickou GPS aparaturou v terénu. Kvalita provedených radiometrických a atmosférických korekcí může být ověřena pomocí referenčních homogenních povrchů (přírodního nebo umělého charakteru), jejichž spektrální odrazivé charakteristiky jsou měřeny terénním spektrometrem během náletu. Řádné před-zpracování hyperspektrálních leteckých dat je nezbytné pro jejich další tematicky zaměřené využití.

MOŽNOSTI VYUŽITÍ DAT OBRAZOVÉ SPEKTROMETRIE

Spektrometrická data, ať již pozemní, letecká či satelitní, nabízejí široké uplatnění v mnoha oborech a oblastech lidské činnosti. Letecká obrazová spektroskopie představuje nedestruktivní a efektivní řešení pro monitorování aktuálního stavu různých složek životního prostředí v lokálním až regionálním měřítku. Data hyperspektrálního leteckého DPZ mohou být např. použita pro aplikace tzv. precizního zemědělství, monitorování nedostatku živin či vláhy, odhad očekávaných výnosů či zásoby biomasy. V oblasti geologie a pedologie mohou být data využita k mapování minerálního složení, kontaminace či degradace půdy a mapování půdních charakteristik, např. vlhkost půdy a obsah organického materiálu, jak prezentuje ve své práci. Rovněž je rozšířené využití leteckých hyperspektrálních dat k monitorování kvality vody ve vodních plochách.

VYUŽITÍ HYPERSPEKTRÁLNÍCH OBRAZOVÝCH DAT NA CZECHGLOBE

Na CzechGlobe jsou obrazová spektroskopická data využívána zejména v řadě národních i mezinárodních projektů (GAČR, NaZV, COST, FP6, FP7, ESA, atd.), ať již samostatně či ve spolupráci s projektovými partnery. Nejzajímavějším projektem v roce 2014 byla letecká kampaň pro ESA vážící se k misi FLEX.