

Nové trendy pri leteckom snímkovaní a spracovaní satelitných snímok

Tak, ako sa v ostatných odvetviach prejavuje významný vplyv novínok z oblasti výpočtovej techniky a jej aplikácií, inak to nie je ani vo fotogrametrii a diaľkovom prieskume Zeme. Pretože ich je veľa, pokúsime sa stručne spomenúť aspoň základné novinky vo fotogrametrii za ostatných približne 20 rokov, resp. vývoj, ktorý prekonala.

Začiatkom 90. rokov minulého storočia, keď ešte boli štandardom klasické analógové meračské kamery, sa snímkovanie vykonávalo na filmové pásy. Vtedy sa ešte ekonomicky rozlišovalo, či snímkať len čierno-bielo (panchromatické spektrálne pásmo) alebo farebne (RGB spektrálne pásmo). Oproti čierno-bielym snímkam boli farebné snímky výhodou a dalo sa z nich zistiť neporovnateľne viac informácií o objektoch a ich stave. Už vtedy bolo možné vykonávať snímkovanie aj v iných spektrálnych pásmach, ale bolo to vždy len na špeciálny film s danou svetloutlivou vrstvou. Proces spracovania snímok nasledoval štandardným vyvolaním analógového pásu snímok v tmavej komore vo vyvolávacom tanku s príslušnou vyvolávacou zmesou pre ten-ktorý snímkový materiál. Následne sa tieto vyvolané analógové snímky používali v analógových alebo analytických fotogrametrických stanicach. To už sa ale blížil koniec 90. rokov 20. storočia, keď sa rozdiely v efektívite čierno-bielých a farebných snímok strácajú a prevládajú snímky farebné.

Jednou z prvých novínok boli *digitálne fotogrametrické stanice*. Aby sa mohli, dovtedy ešte analógové, snímky využívať v digitálnej fotogrametrii, bolo potrebné skenovať množstvo snímok. Samozrejme, archívy sa plnili a rozširovali. Pre archívy leteckých meračských snímok platili špeciálne pravidlá na ich uskladnenie.

Na prelome storočí sa do predia dostávajú aplikácie súvisiace s bezkontaktným zberom dát povrchu Zeme, a to hlavne *digitálna fotogrametria* a *laserskening*. Skenovanie analógových snímok odpadlo približne v rokoch 2003 – 2006, keď vývoj výrobcov kamier pokročil tak, že sa digitálne kamery dali inštalovať pre veľkokapacitnú výrobu a nielen na testovacie účely. Pri vývoji digitálnych kamier sa rozvíjali dve koncepcie. *Frame digitálna kamera*, ktorá vyhotovuje snímky podobne ako klasická kamera. Druhá koncepcia bola postavená na *systéme riadkového snímania* podobnému princípu skenovania. Oba systémy majú svoje výhody a nevýhody a je na zvážení každého užívateľa, aké typy prác predpokladá vykonávať. V krajinách strednej Európy sa najčastejšie stretáme s digitálnou kamerou UltraCAM a DMC. Princíp práce digitálnych kamier je založený na skladaní obrazu z viacerých digitálnych snímok. Kamera je väčšinou vybavená štyrmi čipmi a objektívmi, ktoré zachytávajú obraz terénu v čo najväčšom rozlíšení a čierno-bielo. Veľkoformátová kamera je ďalej vybavená štyrmi ďalšími objektívmi pre farebné a spektrozónálne snímkovanie (obr. 1).

Čipy, ktoré slúžia na záznam týchto farebných snímok, majú nižšie rozlíšenie. Spektrálnym postupom nazývaným *pansharpering* je čierno-bielý obraz s vyšším rozlíšením, zafarbený na podklade farebného záznamu. V družicovom (satelitnom) snímkovaní sú podobné technológie už dlhodobo využívané a pomerne dobré skúsenosti sú aj s farebnostnou transformáciou. Takýmto postupom vzniknutý obraz dáva veľmi vhodné farebné podanie pri výbornom detaile rozlíšenia. Pri tomto spôsobe spracovania dát digitálnymi kamerami je výhodou možnosť vyhotovenia čierno-bieleho, farebného

a spektrozónálneho snímkovania počas jednej letovej misie. Pridanou hodnotou v tomto prípade sú farebné spektrozónálne snímky, ktoré sa využívajú na rôzne účely súvisiace napríklad so životným prostredím. Viditeľne a názorne sú rozlíšené biotické a abiotické prvky krajiny. Na biotických prvkoch sa zisťuje napríklad zdravotný stav porastov a ich druhové skladby. Toto je možné vykonávať pomocou špeciálnych programov takmer automaticky.

Ak by si niekto myslel, že z digitálnych kamier vychádza priamo čitateľný obraz (podobný digitálnym fotoaparátom) s okamžitou možnosťou nasadenia do výroby, nie je to tak. Aj keď sa vykonáva záznam zo snímkovania digitálnymi kamerami, ukladá sa do veľkokapacitného digitálneho zásobníka, kde je možné uložiť až cca 4 000 snímok. Oproti analógovému filmom, kde bolo cca 500 snímok na jeden film, je to v tomto prípade niekoľkonásobne viac. Aj digitálny záznam zo snímkovania je potrebné digitálne vyvolať, t. j. prevedenie snímky z ukladacieho formátu kamery do formátu využiteľného pre ďalšie spracovanie vo výrobe. Tu je potrebné aspoň okrajovo spomenúť aj pokrok v navigačných zariadeniach *GPS/INS systémoch*, ktoré sú veľmi efektívne nielen pri dodržiavaní presných parametrov pri snímkovaní, ale zaznamenávajú informácie o aktuálnych stredoch projekcií jednotlivých snímok, ako aj ich orientácie. Tieto informácie majú zásadný vplyv na efektívnosť následného spracovania snímok vo výrobe. Ide predovšetkým o urýchlenie a zefektívnenie prác pre aerotrianguláciu a znižovanie nákladov na vlícovacie body (počet a rozloženie).

Pri spracovaní snímok sa vo väčšej miere využívajú postupy automatickej korelácie obrazu, predovšetkým pri tvorbe digitálneho modelu terénu. Aj napriek kvalite tohto procesu sa odporúča pre presnejšie výškové modely ich kontrola. Veľmi husté modely, vzniknuté autokoreláciou, sa blížia hustotou a kvalitou merania výstupu z leteckého lase-

rového skenovania a následne je tu možné využiť niektoré metódy automatickej analýzy výškopisu.

Novinkou ostatných rokov sú bezpilotné lietadlá UAS (*unmanned aerial systems*) alebo dróny. Sú to letecké prostriedky, ktoré sú riadené na diaľku alebo môžu lietať samostatne pomocou vopred naprogramovaných leteckých plánov alebo pomocou zložitejších dynamických autonómnych systémov. Majú veľmi široké využitie v oblasti získavania geoinformácií a ich potenciál sa využíva hlavne v prípadoch, keď použitie klasicky pilotovaných lietadiel nie je ekonomicky rentabilné alebo inak vhodné (obr. 2).

Ich výhodami je výrazne lacnejšia prevádzka (oproti štandardným pilotovaným lietadlám), jednoduchá manipulácia a mobilita, vysoká flexibilita, možnosť použitia aj na zle prístupné lokality alebo miesta, nízka hlučnosť, odolnosť proti mrholeniu, prachu a žiareniu. Jednou z podstatných výhod je vysoké rozlíšenie snímok a videí, t. j. 1 – 25 cm, ktoré sa dosahuje v závislosti od možnosti použitého senzora a ďalších geometrických parametrov počas letu.

Rôzne senzory umožňujú výstupy RGB, ako aj NIR, termovízne alebo video výstupy.

Ak má byť výstupom georeferencované snímkovanie alebo rôzne



Obr. 1. Digitálna meračská kamera UltraCAM X

geodetické výstupy, je nutné pred letom zamerať potrebné množstvo vlíčovacích bodov. V závislosti od vybavenia príslušného lietajúceho zariadenia sa dodávajú letecké snímky, ortofotomapy a true ortofotomapy, digitálny model terénu a povrchu (po editáciách), kubatúry, rezy, stereo a šikmé letecké snímky a následne z nich vytvárané 3D modely.

Aj keď v súčasnosti prežívajú boom rôzne bezpilotné systémy s využitím na geodetické účely, je

nutné vziať do úvahy fakt, že aj tieto novinky podliehajú legislatívnym pravidlám súvisiacimi s aktivitami pri leteckom meračskom snímkaní a diaľkovom prieskume Zeme.

Ing. Renáta Šrámková,
rsramkova@geodis.sk
GEODIS SLOVAKIA, s. r. o., Divízia fotogrametrie, Dúbravská cesta 9,
841 04 Bratislava



Obr. 2. Gatewing X100