

PANCHROMATICKÉ ZAOSTROVANIE MULTISPEKTRÁLNYCH SNÍMOK NA ZÍSKAVANIE KVANTITATÍVNYCH A KVALITATÍVNYCH INFORMÁCII V OBLASTÍ LESNÍCKEHO MAPOVANIA

Jozef ŠADIBOL, František CHUDÝ

Katedra hospodárskej úpravy lesov a geodézie, Lesnícka fakulta, T. G. Masaryka 24, 960 53 Zvolen,
Slovensko

jozef.sadibol@tuzvo.sk, chudý@tuzvo.sk

Abstrakt

Panchromatické zaostrovanie vytvára rastre s vysokým geometrickým rozlíšením so zachovaním rádiometrického rozlíšenia pôvodného farebného rastra, teda môžu byť predurčené na široké uplatnenie v oblasti životného prostredia, lesníctva, kartografie a pod... Zároveň je možné kombinovať jednotlivé kanály multispektrálnej snímky medzi sebou, rôznym spôsobom, čím vznikajú rozmanité obrazové syntézy. V rámci digitálnej leteckej fotogrametrie môžeme z týchto syntéz vytvoriť farebné multispektrálne ortofotosnímky, ktoré svojou geometrickou presnosťou korešponujú s presnosťou ortofotosnímkov vytvorených z pôvodných panchromatických snímok pri zachovaní rádiometrickej presnosti pôvodných multispektrálnych snímok. Tieto považujeme za vhodný zdroj zberu aj kartografických informácií (napr. automatizovaným spôsobom). Nemalý význam im môžeme prisúdiť pri využití na interpretačné účely v oblasti fotogrametrie a DPZ. Jednotlivé farebné syntézy poskytujú širokú škálu informácií pre tvorbu účelových máp. Majú veľké uplatnenie na posúdenie zdravotného stavu lesa, poškodenie jednotlivých stromov, identifikáciu ťažbových, kalamitných plôch, lesných ciest a skladov, čo ich predurčuje na zdroj kvalitatívnych a kvantitatívnych informácií o lese.

Abstract

Pansharpening produces raster with high geometric resolution, while maintaining the original radiometric resolution color raster, that may be destined for wide use in the environment, forestry, cartography, etc. ... It is also possible to combine the different channels of multispectral images with each other in different ways, giving rise to a variety of image synthesis. In digital photogrammetry can create a synthesis of these multispectral color orthophotos, which correspond to their geometric precision with accuracy orthophotomaps created from the original panchromatic image while preserving the radiometric accuracy of the original multispectral images. This is considered a suitable source collection also cartographic information (eg automated way). Considerable importance we attribute to them, using the interpretative purposes of Photogrammetry and Remote Sensing. Each color synthesis provide a wide range of information for the creation of special-purpose maps. They are widely used for the assessment forest health conditions, damage to individual trees, identification calamity, felling areas, forest roads and warehouses, which means they can be a source of qualitative and quantitative information about the forest.

Kľúčové slová : panchromatické zaostrovanie, multispektrálne farebné a panchromatické snímky, lesnícke mapovanie

Keywords: pan-sharpening, multispectral (color) and panchromatic image, forest mapping

1. ÚVOD A ROZBOR PROBLEMATIKY

V súčasnej dobe sa kladú čoraz väčšie nároky na digitálne snímky najmä na ich geometrickú presnosť reprezentovanú veľkosťou obrazového elementu, na rádiometrické rozlíšenie a na spektrálnu rozlišovaciu schopnosť čiže od počtu pásiem v rámci elektromagnetického spektra, čo má výrazný vplyv na kvalitu a kvantitu údajov získaných zo spracovaných snímok.

Fotogrametrické vyhodnocovanie leteckých snímok sa v posledných rokoch stalo dominantnou metódou lesníckeho mapovania. V súčasnosti sa do popredia dostávajú fotografické snímky získané priamo z digitálnych kamier, ktoré môžu byť panchromatické a multispektrálne. Tieto plne vyhovujú presnosti pri vyhotovovaní lesníckych máp a možno ich využiť pri interpretácii rozmanitých prvkov pre lesnícke mapovanie.

a rôzne vedné oblasti. Samotná lesnícka interpretácia v poslednej dobe dosiahla vo svete i u nás vysokú úroveň, orientuje sa do oblasti zisťovania zdravotného stavu lesa, určovanie taxačných veličín, možnosti identifikácie hraníc lesných porastov a pod (Žihlavník, Š., Chudý, F., 1995, Tomašík, J., Kardoš, M. 2004). Snaha o racionalizáciu lesníckeho mapovania vedie k tomu, aby sa pre viaceré lesnícke činnosti využil snímkový materiál, ktorý by spĺňal jednak kritéria geometrickej presnosti pre mapovacie práce ako i fotogrametrického vyhodnotenia polohopisu a výškopisu s podporou vizuálnej interpretácie a zároveň by poskytoval prostredníctvom interpretácie vhodný informačný zdroj pre tematický obsah mapy, najmä pre zisťovanie zdravotného a produkčného stavu lesa a ďalšie oblasti lesníctva.

Lesnícke mapy sú neoddeliteľnou súčasťou ochrany, obhospodarovania, a výskumu lesných porastov, pozemkov a zobrazujú stav k určitému časovému obdobiu. Môžeme na ne pozerat' z dvoch hľadísk.

Z prvého hľadiska ide o mapovanie lesných pozemkov a zisťovanie ich výmer v zmysle zákona NR SR č. 165/1995 Z. z. o katastri nehnuteľností a o zápise vlastníckych a iných práv k nehnuteľnostiam (katastrálny zákon).

Z hľadiska druhého ide o účelové tematické mapovanie zamerané na zisťovanie lesníckeho, lesného detailu a špeciálnych lesníckych prvkov. Lesnícke mapovanie musí teda v súčasnosti riešiť zložitý problém zosúladenia účelového tematického mapovania s požadovanou presnosťou pre katastrálne mapovanie za prijateľných ekonomických nákladov.

2. EXPERIMENTÁLNY MATERIÁL

Ako experimentálny materiál boli použité letecké snímky z územia Vysokoškolského lesníckeho podniku Technickej univerzity vo Zvolene, konkrétne časť katastrálneho územia Železná Breznica, okres Zvolen. Letecké snímky boli získané kamerou UltraCamX s konštantou fotokamery 100,50 mm (snímkované v septembri, rok 2011) v úrovni spracovania Level 2 (podľa technickej špecifikácii kamery).

Geometrické rozlíšenie panchromatickej snímky je 9420 x 14430 pixelov s fyzickou veľkosťou pixla 7,2 µm, pri multispektrálnej snímke je rozmer 4992*3328 pixelov s fyzickou veľkosťou pixla 21,6 µm. Veľkosť obrazového elementu (GSD) na zemskom povrchu je približne 10 cm.

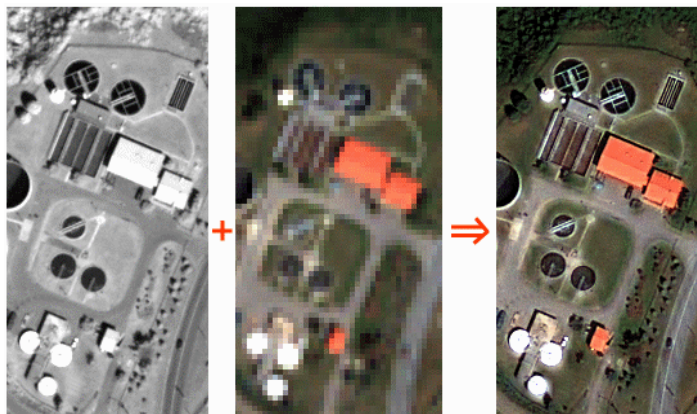
Tab. 1 Spektrálna rozlišovacia schopnosť snímok kamery UltraCamX

Digitálna snímka	Spektrálne kanály	vlnová dĺžka v nm
panchromatická	panchromatický	390 - 740
multispektrálna	modrý	400 - 600
	zelený	480 - 660
	červený	590 - 720
	blízky infračervený	680 - 1000

Na spracovanie súrových dát (panchromatických a multispektrálnych snímok) z leteckého snímkovania bol použitý softvér Vexcel UltraMap 2.3 od spoločnosti Microsoft Photogrammetry (UltraMap Radiometry)., ktorý umožňuje spojenie panchromatických dát s multispektrálnymi v procese panchromatické zaostrovania. V rámci spracovania farebných syntéz môžeme upravovať rádiometrické vlastnosti jednotlivých kanálov multispektrálnych a panchromatických snímok. Môžeme upravovať jednotlivé gradačné, histogramové krivky pre jednotlivý kanál, meniť jas, kontrast, saturáciu, gama parameter ako i možnosť farebného vyrovnania celého snímkového bloku. Umožňuje definovať hodnoty šedej histogramu v rámci bitovej hĺbky pre každý kanál, ktorá mení svetlosť a tmavosť snímky. Výsledným produktom sú farebné syntézy v úrovni spracovania 3 (Level 3), ktoré sú vo formáte tiff, jpg po rádiometrickej úprave s geometrickým rozlíšením panchromatickej snímky.

3. PANCHROMATICKÉ ZAOSTROVANIE (PAN-SHARPENING) DIGITÁLNYCH SNÍMOK

Pan-sharpening (image fusion) je technika digitálneho spojenia obrazových dát, ktorá kombinuje panchromatické (čiernobiele) dáta s vyšším geometrickým rozlíšením a multispektrálne (farebné) dáta s geometrickým rozlíšením nižším (Perko, R., 2004) (Obr. 1). Výsledným produktom sú multispektrálne dáta s rozlíšením odpovedajúcim pôvodnému rozlíšeniu dát panchromatických. Kombináciou jednotlivých kanálov multispektrálnej snímky možno získať rôzne farebné syntézy, ktoré môžu zvýrazňovať jednotlivé prvky na zemskom povrchu a sú vhodným materiálom pre účely interpretácie (Šadibol, J., Becze, F., 2007).



Obr. 1. Panchromatické zaostrovanie digitálnych snímok

Táto metóda sa spája hlavne so spracovaním družicových dát s veľmi vysokým priestorovým rozlíšením, no dnes nachádza uplatnenie aj pri spracovaní leteckých snímok. Panchromatické zaostrovanie sa začalo rozvíjať s požiadavkou zlepšenia kvality satelitných dát (SPOT, LANDSAT 7, IKONOS, QuickBird, Orbview, WorldView), a tým sa stalo nevyhnutným spracovateľským krokom v súvislosti s dostupnosťou družicových dát s veľmi vysokým priestorovým rozlíšením. Tieto dáta sú u väčšiny družíc zaobstarávané súčasne v dvoch režimoch, panchromatickom a multispektrálnom. Pan-sharpening je teda prirodzená cesta spojenia dvoch typov dát, ktoré vedú k získaniu farebného produktu s maximálnym priestorovým rozlíšením.

Niektoré letecké digitálne kamery (napr. UltraCam od firmy Vexcel používajú pri zaobstarávaní dát podobný princíp (nižšie priestorové rozlíšenie u multispektrálnych dát a vyššie u panchromatických dát) a panchromatické zaostrovanie je štandardná spracovateľská operácia pri príprave finálneho obrazového produktu. Nevýhodou väčšiny klasických algoritmov používaných v minulosti bola zmena radiometrického rozlíšenia pôvodných multispektrálnych dát a z toho vyplývajúce farebné skreslenie vo výslednom obrazovom produkte. Obmedzením bol aj limit iba troch vstupných multispektrálnych pásiem. Najnovšie algoritmy nie sú závislé od počtu vstupných multispektrálnych dát a radiometrického rozlíšenia pôvodných dát je maximálne zachovávané. Príkladmi softvérov, ktoré používajú najnovšie algoritmy sú napríklad PCI Geomatica, Erdas Imagine, ArcGIS Desktop 10, Idrisi Andes, Idrisi Selva. Na spracovanie dát z kamier radu UltraCam slúži špeciálny softvér UltraMap.

Nevýhodou väčšiny klasických algoritmov používaných v minulosti bolo farebné skreslenie vo výslednom obrazovom produkte. Obmedzením bol aj limit iba troch vstupných multispektrálnych pásiem. Najnovšie algoritmy, ktoré sú dnes dostupné, tieto problémy už prekonali. Nie sú závislé na počte vstupných multispektrálnych dát a radiometrická presnosť pôvodných dát je maximálne zachovaná. Príkladom softvéru, ktorý používa najnovšie algoritmy je napríklad PCI Geomatica, Erdas Imagine, ArcGIS Desktop 9.2, Idrisi Andes, Microsoft Office Processing Centre (OPC), UltraMap.

Geomatica používa pre pan-sharpening postup, ktorý má patentovaný Dr. Yun Zhang z University of New Brunswick (Kolektív PCI Geomatics, 2005). Tento algoritmus je založený na štatistických metódach zo zachovaným čo najpresnejšej geometrickej presnosti a minimálneho farebného skreslenia (Zhang, Y., 2004).

Poznáme rôzne metódy panchromatického zaostrovania, ktoré sa uplatňujú pri družicových a leteckých obrazových dát (Vijayaraj, V., 2004):

- a) Broveyová transformácia

- b) IHS (Intensity - Hue – Saturation)
- c) PCA (Principal Component Analysis)
- d) Metóda založená na vlnovej dĺžke
- e) Štatistická metóda

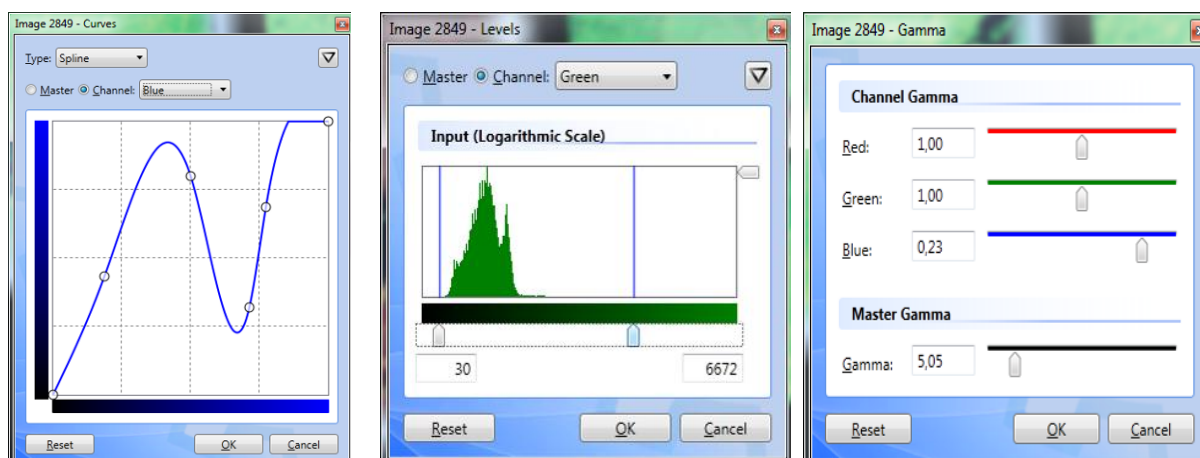
Snímky získané panchromatickým zaostrovaním majú široké uplatnenie v oblasti životného prostredia, geológie, lesníctva, kartografie, leteckej digitálnej fotogrametrie atď. V rámci digitálnej leteckej fotogrametrie máme potom k dispozícii farebné multispektrálne snímky (farebné syntézy), ktoré svojou geometrickou prenosnosťou korešpondujú z pôvodných panchromatických snímok s rádiometrickou a spektrálnou presnosťou pôvodných farebných snímok.

Farebné syntézy vznikajú rôznou kombináciou jednotlivých kanálov multispektrálnych snímok. Pri interpretácii multispektrálnych snímok v obrazovej analýze je výhodné konfrontovať súčasne obsah niekoľkých spektrálnych snímok toho istého záberu, pretože každá takáto snímka obsahuje iba určitú časť informácií, ktorú by bolo možné zaznamenať v celom rozsahu spektra. Syntézy môžu byť vyhotovené v prirodzených farbách (približujú sa farebnému videniu skutočnosti ľudským okom), v neprirodzených farbách a kvázi prirodzených farbách (Albertz, J., 2001; Hildebrandt, G., 1996). Taktiež umožňujú aj uplatnenie pri tvorbe výberových interpretačných kľúčov (Žihlavník, Š., - Tunák, D., 2005a a 2005b; Žihlavník, Š., Scheer, L., 2001)

4. METODIKA PRÁCE

Pre potreby panchromatického zaostrovania boli k dispozícii panchromatické a farebné multispektrálne snímky z digitálnej kamery UltraCamX z úrovne spracovania 2, t.j. v 16 bitovej podobe a s pôvodným spektrálnym rozlíšením (neorezaným) pred panchromatickým zaostrením. Štandardne dodávateľ distribuuje na trh už upravené snímky – úroveň 3 (po panchromatickom zaostrení a po obrazovom vylepšení s 8 bitovou farebnou hĺbkou jednotlivých kanálov) a tak užívateľ prichádza o určitú časť pôvodných dát a má obmedzené možnosti s ich manipuláciou. V mnohých prípadoch by však bolo vhodnejšie, ak by si užívateľ mohol mixovať obrazy z úrovne 2 sám a tým by si vytváral svoje „kvázi“ farebné syntézy prispôbené na skúmanie jeho problému.

Snímky sú pospájané z čiastkových obrazcov získaných z jednotlivých CCD snímačov kamery UltraCamX bez geometrických korekcií s rádiometrickým rozlíšením 16 bitov. Jednotlivé panchromatické a multispektrálne snímky sú v grafickom formáte dfl, ktorý je možné spracovať iba v softvérovom prostredí UltraMap 2.3 od spoločnosti Microsoft Photogrammetry (UltraMap Radiometry) (Obr.2).



Obr. 2 Úprava rádiometrických vlastností snímky (histogramová krivka, histogram, gama parameter)

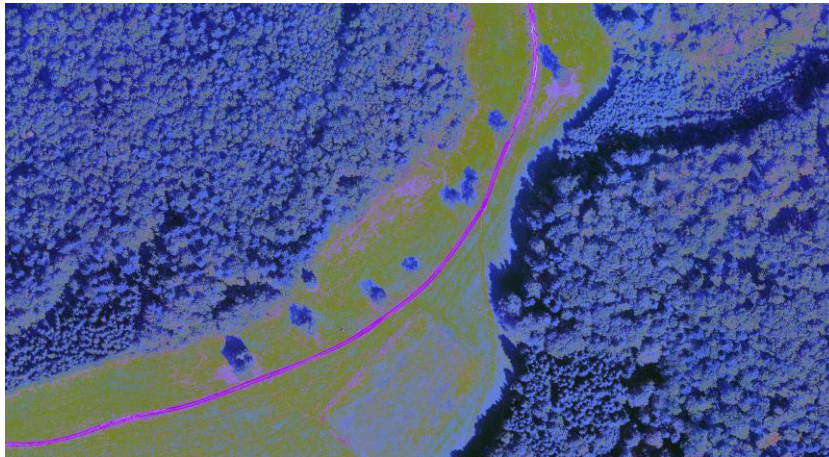
5. ZHODNOTENIE VÝSLEDKOV VYHODNOTENIE PANCHROMATICKÉHO ZAOSTROVANIA

Pri spracovaní panchromatických a multispektrálnych snímok v procese panchromatického zaostrovania (pansharpening) v softvérovom prostredí UltraMap sme vytvorili tri špecifické syntézy a farebnú infračervenú syntézu, ktoré poskytujú špecifické informácie pre oblasť lesníckeho mapovania. Lepšie spektrálne a geometrické vlastnosti digitálnych snímok sa prejavili najmä v oblasti interpretácie a tvorby interpretačných kľúčov. Jednotlivé farebné snímky poskytujú širokú škálu informácii pre tvorbu účelových lesníckych máp a ortofotomáp (Kardoš, M. - Šadibol, J. 2008). Farebné infračervené snímky majú veľké uplatnenie na posúdenie zdravotného stavu lesa, poškodenie jednotlivých stromov, identifikáciu ťažbových plôch, lesných ciest, skladov (obr. 3). Pričom interpretátor musí byť dobre oboznámený s farebným interpretačným kľúčom, pretože jednotlivé prvky sú vyjadrené v nepravých farbách. Významnú úlohu zohráva hľadanie syntéz v rôznych iných neprirodzených farbách zvyčajne skúmaný jav, objekt, ktoré sú vhodné hlavne na automatizované spracovanie (získavanie zakmenenia, identifikácia cestnej siete na lesných pozemkoch (obr. 4, 5, 6) a z nich vytvorené ortofotomozaiky možno použiť pri automatizovaných postupoch segmentácie a klasifikácie jednotlivých objektov a javov pri získaní špeciálnych mapových podkladov (napr. stromov, druhu drevín, počtu živých, odumretých stromov, vodných plôch) (Smreček, R. - Mozoľová, Z. 2008).

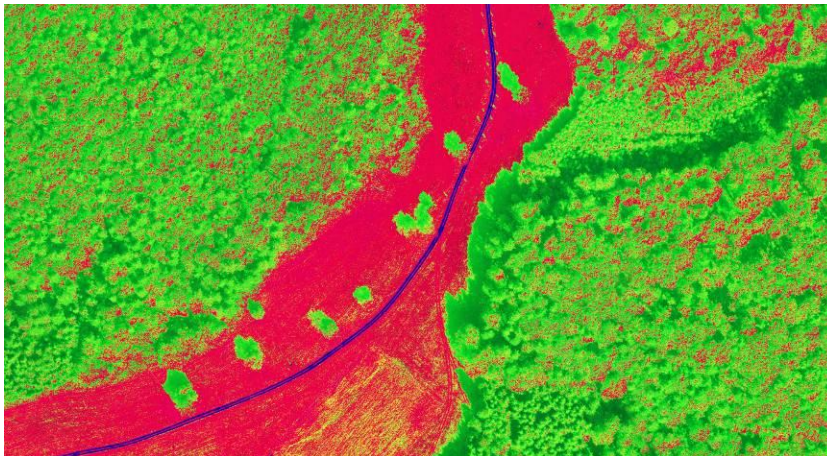
Jednotlivé farebné syntézy majú veľký informačný obsah pre tvorbu interpretačných kľúčov, vytváraním ktorých sa u nás zaoberali viacerí autori (Žihlavník, Š., - Tunák, D., 2005a a 2005b), najmä na identifikáciu drevín ako i topografických prvkov (cesty, mosty, budovy, vodné plochy, lúky). Infračervené snímky sú vhodné na posúdenie zdravotného stavu lesa, dobre sú identifikovateľné odumreté stromy ako i stupne poškodenia porastov, vegetácie od neživých objektov, identifikáciu vodných plôch (obr. 3).



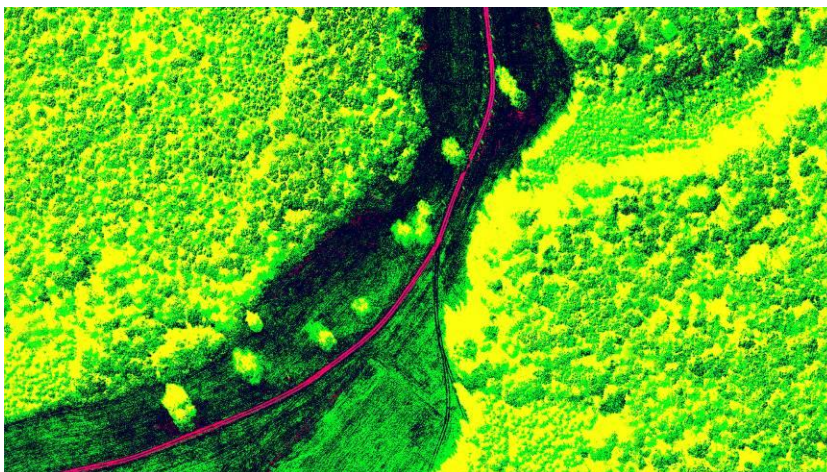
Obr. 3 Infračervená farebná snímka (šedá farba na jednotlivých stromov zobrazuje fyziologické zmeny poškodenie jednotlivých stromov)



Obr. 4 Táto syntéza je špecifická tým, že je dobre viditeľný prechod medzi tieňom a porastovou stenou, rozdiel medzi ihličnatým a listnatým porastom, možno odhadnúť vekovú štruktúru.



Obr. 5 Syntéza vyjadruje zakmenenia porastu, červená farba nám vyjadruje porastové medzery, umožňuje nám cez klasifikáciu a segmentáciu určiť veľkosť zakmenenia v poraste (špeciálny lesnícky znak, prvok v rámci porastovej mapy)



Obr. 6 Syntéza je vhodná na identifikáciu lesnej dopravnej siete (purpurová farba)

LITERATÚRA

- Albertz, J., 2001 : Einführung in die Fernerkundung. Darmstadt, Wissenschaftliche Buchgesellschaft, ISBN 3-534-14624-7
- Hildebrandt, G., 1996 : Fernerkundung und Luftbildmessung : Für Forstwirtschaft, Vegetationskartierung und Landschaftsökologie. Darmstadt :Herbert Wichmann Verl, 1996. s. 676 s. ISBN 3-87907-238-8.
- Perko, R., 2004 : Computer Vision for Large Format Digital Aerial Cameras. PhD thesis, Graz, University of Technology.
- Kardoš, M. – Šadibol,J. 2008 : Farebné digitálne ortofotoplány a ich využitie v lesníctve. In: Acta Facultatis Forestalis Zvolen Slovakia. - Zvolen : Technická univerzita vo Zvolene, 2008. - ISSN 0231-5785. - Vol. 50, č. 2 (2008), s. 131-139
- Kolektív : PCI Geomatics, Modeler User Guide V10.0 Richmond Hill, 2005, 72 s.
- Smreček, R. - Mozoľová, Z. 2008 : Mapovanie krajinej pokrývky s využitím dát DPZ. In: 15 ROKOV VOJENSKEJ GEOGRAFIE NA SLOVENSKU Zborník referátov z konferencie konanej v Grand Hotel PERMON ****, Podbanské v dňoch 13. – 14. november 2008, Topografický ústav Banská Bystrica. http://www.topu.mil.sk/data/att/15671_subor.pdf cit. 10.12.2012
- Šadibol, J. - Becze, F., 2007: Panchromatické zaostrovanie (pan-sharpening) digitálnych snímok. In: Aktuálne problémy lesníckeho mapovania : zborník referátov : sympóziu s medzinárodnou účasťou. Zvolen : Technická univerzita vo Zvolene, 2007. ISBN 978-80-228-1809-4.
- Tomašík, J. - Kardoš, M., 2004: Nové perspektívy využitia farebných infračervených leteckých snímok v lesníckom mapovaní. In : Aktuálne problémy lesníckeho mapovania. Zvolen : Technická univerzita vo Zvolene.
- Vijayaraj, V. 2004 : A quantitative analysis of pansharpened images. Mississippi, 2004, 80 s.
- Zhang, Y. 2004 : Understanding image fusion. In Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 2004, 657-661 s.
- Žihlavník, Š. - Chudý, F., 1995: Letecké multispektrálne snímky a ich využitie v lesníctve. Vedecké a pedagogické aktuality, Zvolen IV-1995, 50 s.
- Žihlavník, Š. - Scheer, L., 2001: Diaľkový prieskum Zeme, ISBN 80-228-0991-8, TU Zvolen, 289 s.
- Žihlavník, Š., - Tunák, D., 2005a: Interpretačný kľúč „Topografické prvky a dreviny na farebných syntézach“. In: Diaľkový prieskum Zeme v lesníctve. TU Zvolen, ISBN 80-228-1531-4, ISBN 80-228-1684-1, s. 70-80.
- Žihlavník, Š. – Tunák, D., 2005b: Výberový interpretačný kľúč pre farebné infračervené letecké meračské snímky. In: Diaľkový prieskum Zeme v lesníctve. TU Zvolen, ISBN 80-228-1531-4, ISBN 80-228-1684-1, s. 81-88.

Tento príspevok vznikol vďaka podpore v rámci operačného programu Výskum a vývoj pre projekt "Centrum excelentnosti pre podporu rozhodovania v lese a krajine", ITMS kód 26220120069, spolufinancovaný zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja.