

Témy doktorandských prác pre doktorandský študijný program Geoinformatika a diaľkový prieskum Zeme na ÚGE pre ak. rok 2022/2023

Všetky témy sú určené pre dennú formu štúdia.

Fúzia LiDAR-ových a hyperspektrálnych dát pre zlepšenie klasifikácie krajinej pokrývky pomocou hlbokého strojového učenia.

LiDAR and Hyperspectral data fusion for improving land cover classification with deep machine learning

Školiteľ/ Supervisor: doc. Mgr. Michal Gallay, PhD.

Konzultant/ Consultant: Mgr. Katarína Onačillová, PhD.

Anotácia: Cieľom dizertačnej práce je výskum efektívnych postupov pre využitie kombinácie dát získaných laserovým skenovaním (lidarom) a hyperspektrálnym snímaním v mapovaní krajinej pokrývky. Lidar zachytáva trojrozmernú komplexnosť krajiny vo vysokom rozlíšení a hyperspektrálne snímanie veľmi podrobne rozlišuje spektrálnu odrazivosť materiálov povrchu krajiny. Výzvu pre geovedný výskum predstavuje obrovské množstvo dát, ktoré obidve metódy generujú samostatne a úplne aktuálnym problémom je efektívne zužitkovanie týchto dvoch typov dát spoločne. Výsledky práce by mali zahŕňať vyhodnotenie testovania, optimalizácie a implementácie metód hlbokého strojového učenia, ktoré sú novým smerom v riešení zložitých výpočtových úloh na veľkých dátach. Vstupné dáta môžu pochádzať z družicového, leteckého i pozemného diaľkového prieskumu. K dispozícii pre zber dát budú aj bezpilotné letecké systémy dostupné na pracovisku. V aplikačnej rovine sa predpokladá mapovanie objektov s komplexnou materiálovou a geometrickou štruktúrou, ako sú budovy, vegetácia, reliéf a interpretácia nových informácií o krajine.

Annotation: The aim of the doctoral project is to develop procedures for combining data obtained by laser scanning (lidar) and hyperspectral imaging in land cover mapping. Lidar captures the three-dimensional complexity of the landscape in a high spatial resolution, and hyperspectral sensing distinguishes fine differences in spectral reflectance of surface materials. The challenge for geoscientific research is the huge amount of data that both methods generate separately, and the efficient utilization of these two types of data together. The results of the work should include the evaluation of testing, optimization and implementation of deep machine learning methods, which are increasingly being used for solving complex computational tasks on big spatial data. The input data can be acquired by satellite, aerial and terrestrial remote sensing. Unmanned aerial systems available in the Institute of Geography will also be available for data collection. The application aspect of the thesis will focus on mapping of objects with a complex and geometric structure, such as buildings, vegetation, relief and interpretation of the new information.

Využitie metód geomorfometrie a 3D modelovania na interpretáciu povrchových mikrotextúrnych znakov na ťažkých mineráloch vo vybraných lokalitách Západných Karpát

Use of geomorphometry and 3D modelling to interpretation of heavy-mineral surface microtexture features from selected localities in the Western Carpathians

Školiteľ/Supervisor: doc. Ing. Katarína Bónová, PhD.

Konzultant/Consultant: prof. Mgr. Jaroslav Hofierka, PhD.

Anotácia: Cieľom DZP je analyzovať a vyhodnotiť povrchové mikrotexturné znaky vznikajúce dominantne mechanickými procesmi zvetrávania počas transportu na vybraných druhoch ťažkých minerálov pomocou metód geomorfometrie a 3D modelov špecializovaných 3D softvérov (napr. Blender). Pôjde o testovanie možností identifikácie, kvantifikácie a vizualizácie špecifických prvkov mikroreliefu na povrchu minerálnych zŕn pomocou techník využívaných vo všeobecnej geomorfometrii (systém morfometrických premenných). Sledovaná bude aj väzba vzniku jednotlivých mikrotexturných znakov na povrchu transportovaných zŕn v závislosti od dĺžky transportu detritického materiálu (modelovanie reliéfu a vodných tokov v GIS). Práca predpokladá vytvorenie metodiky na analýzu mikrotexturných znakov ťažkých minerálov, od získavania vzoriek v teréne, ich spracovania v laboratóriu, vytvorenia DMR a 3D modelov povrchu minerálnych zŕn, geomorfometrickú analýzu, až po interpretáciu mikrotexturných znakov vo vzťahu k ich genéze. Výsledky výskumu budú aplikovateľné pri identifikácii fluvialných sedimentačných paleoprostredí a pri paleogeografických rekonštrukciách.

Annotation: The aim of dissertation thesis is the analysis and evaluation of microtexture features which occur on heavy-mineral surfaces and result from the mechanical weathering processes during the transport. For this purpose, the geomorphometry methods and 3D models from specialised 3D software (e.g., Blender) will be used. These methods will test the possibility of identification, quantification and visualization of specific features of microrelief on the mineral grain surfaces using general geomorphometry techniques (system of morphometric variables). The relation of the formation of individual microtextural features on the surface of transported grains depending on the length of transport of detrital material will also be monitored (relief and watercourses modelling in GIS). The work will be focused on creation of methodology for analysis of microtexture features on heavy-mineral surfaces including the sampling in the field, the sample processing in the laboratory, the creation of DMR and 3D modelling of the mineral grain surfaces, geomorphometric analysis, interpretation of microtextures in relation to their genesis. The results of the research could be applicable in the identification of fluvial sedimentary palaeoenvironments and in the palaeogeographic reconstructions.

Mapovanie a analýza dynamických geopriestorových procesov v urbanizovanej krajine pomocou bezpilotných leteckých systémov

Mapping and analysis of dynamic geospatial processes in an urbanized landscape using unmanned aerial systems

Školiteľ/Supervisor: doc. RNDr. Ján Kaňuk, PhD.

Konzultant/Consultant: prof. Mgr. Jaroslav Hofierka, PhD.

Anotácia: Priestorové dáta produkované z bezpilotných leteckých systémov (UAS) majú čoraz zásadnejší vplyv pre rozhodnutia v oblasti územného plánovania a manažmentu krajiny. V porovnaní s inými technikami diaľkového prieskumu Zeme, ako sú satelitné snímky alebo klasické letecké snímky, majú dáta z UAS nespochybniteľné výhody najmä z hľadiska možnosti operatívneho nasadenia ako aj priestorového rozlíšenia, čo hrá dôležitú úlohu predovšetkým v zastavanom území. Aj keď UAS technológie nie sú nové, ich potenciál pre mapovanie a analýzu dynamických procesov v urbanizovanej krajiny nebol doposiaľ naplno využitý. Cieľom dizertačnej práce je mapovanie dynamických procesov v urbanizovanej krajine pomocou UAS a navrhnúť inovatívne geopriestorové nástroje a pracovné postupy pre analýzu zmien v zastavanom území na základe takto získaných dát. V riešení dizertačnej práce budú využité viaceré senzory umiestnené na bezpilotných leteckých platformách ako sú optické snímače zaznamenávajúce elektromagnetické žiarenie v rôznych spektrálnych pásmach a laserový skener. V práci chceme pozornosť zamerať na kvantifikáciu zmeny morfologickej štruktúry zastavanej krajiny (terén, budovy, vegetácia, cesty a pod.) za určité obdobie, čo sa prejavuje napríklad aj na

dynamike distribúcie slnečného žiarenia a teplotnej emisivity pre rôzne typy povrchov (počas dňa a roka). Aplikačným výsledkom dizertačnej práce bude posúdenie rôznej úrovne kvality údajov z UAS v porovnaní s inými typmi dát (zo satelitov, klasických leteckých misií a pozemných meraní) a odporučiť optimálne pracovné postupy ich získavania a spracovania. Téma dizertačnej práce bude riešená v spolupráci s vybranými samosprávnymi inštitúciami.

Annotation: Spatial data achieved by unmanned aerial systems (UAS) are increasingly influencing landscape planning and management decisions. Compared to other remote sensing techniques, such as satellite imagery or conventional aerial imagery, UAS data have unquestionable advantages, especially in terms of operational deployability as well as spatial resolution, which plays an important role, especially in built-up areas. Although UAS technologies are not new, their potential for mapping and analysing dynamic processes in urbanized landscapes has not yet been fully exploited. The aim of the dissertation is to map dynamic processes in an urbanized landscape using UAS and to design innovative geospatial tools and workflows for the analysis of changes in the built-up area. The solution of the dissertation will use several sensors placed on unmanned aerial platforms, such as optical sensors recording electromagnetic radiation in different spectral bands and a laser scanner. In this work we want to focus on quantifying the change in the morphological structure of the built landscape (terrain, buildings, vegetation, roads, etc.) over a period of time, which is reflected, for example, in the dynamics of solar radiation distribution and temperature emission for different types of surfaces (during the day and year). The application result of the dissertation will be the assessment of different levels of data quality from UAS in comparison with other types of data (from satellites, conventional airborne missions and ground measurements) and to recommend optimal working procedures for their acquisition and processing. The topic of the dissertation will be solved in cooperation with selected self-governing institutions.

Monitorovanie a modelovanie dynamiky transportu fluviálnych sedimentov pomocou geopriestorových nástrojov

Monitoring and modelling dynamics of fluvial sediment transport using geospatial tools

Školiteľ/Supervisor: doc. RNDr. Ján Kaňuk, PhD.

Konzultant/Consultant: Mgr. Miloš Rusnák, PhD.

Anotácia: Meniaca sa klíma, narušenie lesných porastov a úpravy tokov sú najvýznamnejšími hnacími silami zmien odtokového režimu v povodiach na Slovensku. Symptómy týchto zmien môžeme pozorovať napríklad vo zvýšenej variabilite a extrémnosti priebehu odozvy odtoku na rôzne meteorologické situácie, predĺžené obdobia sucha a na zmeny v rozložení sezónneho odtoku. To sa prejavuje aj na transformácii transportu sedimentov. Výskum dizertačnej práce bude orientovaný na priamu detekciu transportu sedimentov zo zdrojových do akumuláčnych zón. Hlavným cieľom dizertačnej práce bude identifikovať trajektóriu transportu jednotlivých sedimentov na vybraných úsekoch vodných tokov, výpočet objemových zmien korytového materiálu, batymetriu koryta vodného toku, výpočet frakcie štrkových lavíc a dna koryta na základe dát z diaľkového prieskumu Zeme využitím bezpilotných leteckých systémov a pozemných meraní. Nemenej dôležitou súčasťou dizertačnej práce bude návrh inovatívnych metód pre modelovanie dynamiky transportu fluviálnych sedimentov a nových geopriestorových nástrojov. Riešenie dizertačnej práce bude založené najmä na využívaní vysokodetailných výškových modelov krajiny. Očakávaným výsledkom práce budú identifikované prúdy transportu materiálov a konektivita jednotlivých zón, čo umožní komplexné hodnotenie transportu sedimentov na rôznych mierkových úrovniach (pre povodia vybraných vodných tokov ale aj pre vybraný riečny úsek). Pre riešenie dizertačnej práce sú navrhované dve jedinečné a rozdielne povodia riek Belá a Ondava. Aplikačným výsledkom práce je okrem novovytvorených nástrojov aj

návrh opatrení pri manažmente vodných tokov z hľadiska transportu sedimentov, ktoré výrazne menia fyzickú štruktúru vodných tokov. Získané výsledky sú dôležité z hľadiska pochopenia pohybu sedimentov a vzťahov charakterizujúcich prepojenie koryta s okolitým prostredím, kvantifikácii množstva transportovaných sedimentov v koryte, ako aj predikciu eróznno-akumulačných procesov v podmienkach meniacej sa klímy.

Annotation: The climate change, forest disturbance and river modifications are the most important drivers of changes in the runoff regime in river basins in Slovakia. The symptoms of these changes can be observed, for example, in the increased variability and extremity of the behaviour of the runoff response to various meteorological situations, the prolonged timescale of drought and the change in the seasonal runoff distribution. These changes are also reflected in the transport of sediments. The research of the dissertation will be focused on the direct detection of sediment transport from source to accumulation zones. The main goal of the dissertation will be to identify the trajectory of transport of sediments on selected sections of river channel, calculation of volume changes of in-channel material, bathymetry of channel bed, calculation of gravel bars grain size and riverbed based on remote sensing data using unmanned aerial systems and ground measurements. An equally important part of the dissertation will be the design of innovative methods for modelling the dynamics of fluvial sediment transport and the proposal of a new geoprocessing toolbox. The solution of the dissertation will be based mainly on the use of high-detailed 3D models of the landscape. The expected result of the work will be identifying material transport links and connectivity of individual zones, which will enable a comprehensive assessment of sediment transport at different scale levels (for river basins of selected watercourses but also for selected river sections). Two unique and different river basins of the Belá and Ondava Rivers are proposed for the solution of the dissertation. In addition to the newly designed tools, the application result of the work will be also the proposal of measures in the management of watercourses in terms of sediment transport, which significantly changes the physical structure of rivers. The obtained results are important for understanding the movement of sediments and the connection of the river channel with the surrounding landscape. Quantification of the amount of transported sediments in the river channels enables to predict of the erosion-accumulation processes in a climate-changing environment.

V Košiciach, 14.7.2022

prof. Mgr. Jaroslav Hofierka, PhD

garant a riaditeľ ÚGE