



# Hodnocení vedoucího závěrečné práce

**Vedoucí práce:** prof. Ing. Michal Haindl, DrSc.  
**Student:** Bc. Anna Moudrá  
**Název práce:** Rozpoznávání archeologických nalezišť z leteckých snímků  
**Obor / specializace:** Znalostní inženýrství  
**Vytvořeno dne:** 15. května 2021

## Hodnotící kritéria

### 1. Splnění zadání

- ▶ [1] zadání splněno
- [2] zadání splněno s menšími výhradami
- [3] zadání splněno s většími výhradami
- [4] zadání nesplněno

Posuzovaná diplomová práce se zabývá aktuální a zajímavou tematikou automatického rozpoznávání pod povrchem země skrytých archeologických lokalit z leteckých snímků pomocí metod číslicové analýzy obrazu. Analýza snímků se opírá o změny ve vegetačním pokryvu půdy způsobené lokálními změnami chemické kompozice a struktury podorničních půdních vrstev v okolí zbytků staveb. Pod zemí ukryté zbytky stavebních objektů, jako jsou keltská opida, středověké tvrze, nebo novověká opevnění, lokálně mění chemickou skladbu a strukturu podorniční vrstvy a tím i ovlivňují růst vegetace ve svém nadloží. Jedná se o velmi náročné výzkumné zadání, které zatím nebylo nikde úspěšně vyřešeno.

### 2. Písemná část práce

100/100 (A)

Písemná část práce je rozdělena do osmi kapitol. Úvod práce vymezuje základní použitou metodiku rozpoznávání skrytých archeologických lokalit metodami dálkového průzkumu Země, její motivaci, cíle, přínos a strukturu práce. První kapitola obsahuje stručný přehled používaných metod metodami dálkového průzkumu Země v archeologii. Druhá kapitola specifikuje patnáct známých archeologických lokalit s podzemními zbytky staveb, jejichž snímky byly použity jak pro vývoj automatických metod jejich detekce, tak i následně pro ověření účinnosti vyvinutých metod. Třetí kapitola popisuje vhodné metody předzpracování, detekce diskriminativních obrazových příznaků umožňujících reprezentovat změny ve vegetačním pokryvu v důsledku podzemních stavebních zbytků, použité klasifikátory a způsob ověření výsledků. Čtvrtá kapitola obsahuje popis navržených tří metod automatického systému rozpoznávání skrytých archeologických nalezišť. První metoda je založená na detekci rohů, druhá na detekci lineárních útvarů a

poslední na detekci tvarových šablon, odpovídajících předpokládaným tvarům stavebních zbytků. Následující pátá kapitola popisuje vlastní programovou implementaci, použité knihovny a nástroje realizace navržených algoritmů v programovacím prostředí jazyků Python a C++. Použité knihovny číslcového zpracování obrazu jsou OpenCV a scikit-image a klasifikační knihovny scikit-learn a Pandas. Poslední závěrečná kapitola obsahuje stručné shrnutí dosažených výsledků práce. Šest příloh práce obsahuje použité značení, zkratky, popis obsahu přiloženého USB disku, pseudokódy tří algoritmů a především obrazové přílohy ilustrující dosažené výsledky.

### **3. Nepísemná část, přílohy**

80/100 (B)

Navržené algoritmy byly realizovány v programovacím prostředí jazyků Python a C++. Použité knihovny číslcového zpracování obrazu jsou OpenCV a scikit-image a klasifikační knihovny scikit-learn a Pandas.

### **4. Hodnocení výsledků, jejich využitelnost**

90/100 (A)

Diplomová práce se zabývá aktuální oblastí detekce archeologických lokalit z leteckých snímků na základě změn vegetace. Práce má mnoho potencionálních aplikací v oblastech ochrany kulturního dědictví, archeologie a plánování využití půdního fondu. Práce představuje jeden z prvních kroků ve výzkumu v této oblasti, založeném na ověřování alternativních možností řešení detekce archeologické lokality na základě změn vegetace v její bezprostřední blízkosti. Proto ani nemůže obsahovat popis programové realizace uceleného a praktického systému pro automatické rozpoznávání archeologických nalezišť, který by byl schopen správně rozpoznat každou, pod zemí skrytou, stavební konstrukci.

### **5. Aktivita studenta**

- ▶ [1] **výborná aktivita**
- [2] velmi dobrá aktivita
- [3] průměrná aktivita
- [4] slabší, ale ještě dostatečná aktivita
- [5] nedostatečná aktivita

Studentka aktivně pracovala na obtížném zadání. Studentka prostudovala zadanou literaturu z oblasti letecké archeologie, prostudovala teoretické základy rozpoznávání a počítačového vidění a naprogramovala potřebné programy pro analýzu obrazů archeologických nalezišť a vizualizaci výsledků.

Obtížnou část práce je i nedostatečná kvalita a malý rozsah obrazových dat, které musela diplomantka zvládnout. Každý snímek archeologické lokality je pořízen za jiných světelných i vegetačních podmínek, což zvyšuje obtížnost nalezení vhodné jednotné metody automatického rozpoznávání takových archeologických podpovrchových nalezišť.

### **6. Samostatnost studenta**

- [1] výborná samostatnost
- ▶ [2] **velmi dobrá samostatnost**
- [3] průměrná samostatnost

[4] slabší, ale ještě dostatečná samostatnost

[5] nedostatečná samostatnost

Na práci oceňuji dosažené výsledky detekce pozice podzemních objektů i přes malý rozsah potřebných vývojových dat a také i vylepšení dříve publikovaného algoritmu Rectangular Enclosure detection (RE).

## **Celkové hodnocení**

100 /100 (A)

Diplomová práce se zabývá aktuální oblastí detekce archeologických lokalit z leteckých snímků na základě změn vegetace. Práce má mnoho potencionálních aplikací v oblastech ochrany kulturního dědictví, archeologie a plánování využití půdního fondu. Velmi oceňuji také shrnutí výsledků práce v konferenčním článku Underground Archeological Structures Detection, který je v současné době v recenzním řízení pro konferenci 13th International Conference on Computational Collective Intelligence (Rhodes, Greece).

Práce plně odpovídá všem současným nárokům na kvalitní diplomovou práci. Je zpracovaná přehledně a diplomatka zvolila náročnější formu práce, která je napsaná pěknou angličtinou. Na práci oceňuji dosažené výsledky detekce pozice podzemních objektů i přes malý rozsah potřebných vývojových dat. Grafická úprava je pečlivá. Členění práce vyhovuje zadaným cílům práce. Práce splňuje výše uvedené body zadání.

## **Instrukce**

### **Splnění zadání**

Posudte, zda předložená ZP dostatečně a v souladu se zadáním obsahově vymezuje cíle, správně je formuluje a v dostatečné kvalitě naplňuje. V komentáři uveďte body zadání, které nebyly splněny, posudte závažnost, dopady a případně i příčiny jednotlivých nedostatků. Pokud zadání svou náročností vybočuje ze standardů pro daný typ práce nebo student případně vypracoval ZP nad rámec zadání, popište, jak se to projevilo na požadované kvalitě splnění zadání a jakým způsobem toto ovlivnilo výsledné hodnocení.

### **Písemná část práce**

Zhodnoťte přiměřenost rozsahu předložené ZP vzhledem k obsahu, tj. zda všechny části ZP jsou informačně bohaté a ZP neobsahuje zbytečné části. Dále posudte, zda předložená ZP je po věcné stránce v pořádku, případně vyskytují-li se v práci věcné chyby nebo nepřesnosti.

Zhodnoťte dále logickou strukturu ZP, návaznosti jednotlivých kapitol a pochopitelnost textu pro čtenáře. Posudte správnost používání formálních zápisů obsažených v práci. Posudte typografickou a jazykovou stránku ZP, viz Směrnice děkana č. 26/2017, článek 3.

Posudte, zda student využil a správně citoval relevantní zdroje. Ověřte, zda jsou všechny převzaté prvky řádně odlišeny od vlastních výsledků, zda nedošlo k porušení citační etiky a zda jsou bibliografické citace úplné a v souladu s citačními zvyklostmi a normami. Zhodnoťte, zda převzatý software a jiná autorská díla, byly v ZP použity v souladu s licenčními podmínkami.

### **Nepísemná část, přílohy**

Dle charakteru práce se případně vyjádřete k nepísemné části ZP. Například: SW dílo – kvalita vytvořeného programu a vhodnost a přiměřenost technologií, které byly využité od vývoje až po nasazení. HW – funkční vzorek – použité technologie a nástroje, Výzkumná a experimentální práce – opakovatelnost experimentů.

### **Hodnocení výsledků, jejich využitelnost**

Dle charakteru práce zhodnoťte možnosti nasazení výsledků práce v praxi nebo uveďte, zda výsledky ZP rozšiřují již publikované známé výsledky nebo přinášející zcela nové poznatky.

### **Aktivita studenta**

V souvislosti s průběhem a výsledkem práce posudte, zda byl student během řešení aktivní, zda dodržoval dohodnuté termíny, jestli své řešení průběžně konzultoval a zda byl na konzultace dostatečně připraven.

### **Samostatnost studenta**

V souvislosti s průběhem a výsledkem práce posudte schopnost studenta samostatně tvůrčí práce.

### **Celkové hodnocení**

Shrňte stránky ZP, které nejvíce ovlivnily Vaše celkové hodnocení. Celkové hodnocení nemusí být aritmetickým průměrem či jinou hodnotou vypočtenou z hodnocení v předchozích jednotlivých kritériích. Obecně platí, že bezvadně splněné zadání je hodnoceno klasifikačním stupněm A.