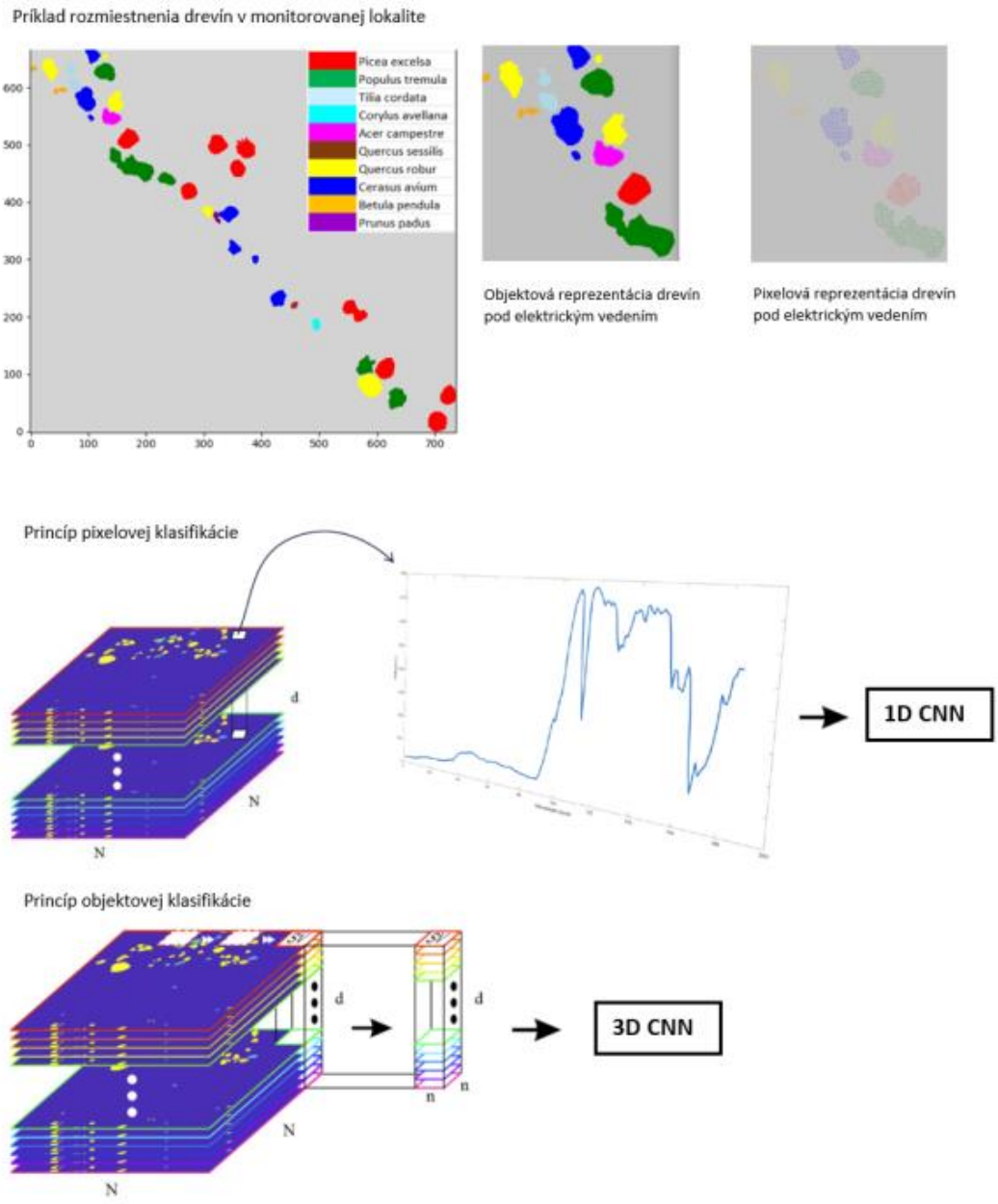
Názov výsledku: Modely neurónových sietí na klasifikáciu druhov drevín v rámci leteckej hyperspektrálnej diagnostiky nadzemných elektrických vedení
Anglický názov výsledku: Neural Network Models for Classification of Tree Species as Part of Aerial Hyperspectral Diagnostics of Overhead Power Lines
Autori: Ladislav Hluchý, Radoslav Forgáč, Miloš Očkay, Martin Javurek, Lenka Skovajsová, Peter Krammer, Marcel Kvassay, Peter Malík, Štefan Krištofík, Štefan Dlugolinský, Tomáš Kasanický, Ján Mojžiš, Ján Zelenka, Martin Bobák, Viet Tran, Ondrej Habala, Bianca Badidová
Typ a číslo projektu: Európsky fond regionálneho rozvoja (EFRR), operačný program Integrovaná infraštruktúra, ID projektu: 313011BWC9 (HYSPED)
Odberatelia: VUJE, a. s.
Získané finančné prostriedky: 480 299,97 € (celková výška NFP pre ÚI SAV)

Anotácia výsledku:
Cieľom riešiteľov z ÚI SAV v rámci projektu HYSPED bola príprava cloudovej infraštruktúry na zber dát a najmä návrh modelov na báze umelej inteligencie na klasifikáciu druhov drevín pomocou hyperspektrálnych snímok v rámci leteckého snímkovania nadzemných elektrických vedení v lokalitách Visolaje, Sverepec, Závada a Počarová [1]. Počas riešenia projektu bolo vykonaných 28 letov. Po spracovaní dát z leteckého snímkovania bol získaný objem dát s priemernou veľkosťou cca 550 GB na jeden let, čo predstavuje spolu 15 TB. Cloudová infraštruktúra bola reprezentovaná otvorenou softvérovou cloudovou platformou OpenStack, ktorá poskytovala 756 CPU jadier, 11 NVIDIA A100 GPU akcelerátorov, 4 NVIDIA K20 akcelerátory, 3.9 TB RAM a 400 TB úložisko. Tieto zdroje boli zdieľané s používateľmi vo forme predpripravených virtuálnych strojov, alebo Docker kontajnerov. Týmto spôsobom bola zabezpečená serverless paradigma pre umelú inteligenciu v cloudovom počítaní [2, 3, 4, 5]. Výskum klasifikačných modelov bol zameraný na metódy pixelovej a objektovej klasifikácie (Obrázok 1). V rámci pixelovej klasifikácie boli aplikované plne prepojené 1D dopredné neurónové siete (1D FFNN) a 1D konvolučné siete (1D CNN) bez redukcie dimenzie priestoru príznakov a v prípade 1D CNN aj s redukciou dimenzie na báze analýzy hlavných komponentov (PCA). Kvalita modelov bola vyhodnocovaná z hľadiska presnosti klasifikácie (ACC) a pomocou koeficientu kappa (Cohen's Kappa coefficient, KC) [6, 7]. Na objektovú klasifikáciu bola použitá 3D CNN s redukciou dimenzie priestoru príznakov pomocou PCA s počtom 13, 15, 20 a 30 komponentov. Boli testované modely s posuvným oknom o veľkosti 15 x 15 a 9 x 9 pixelov. Najlepšie výsledky dosahoval model s posuvným oknom 15x15 pixelov, pri použití 30 PCA komponentov. ACC sa pohybovala v intervale 0,997 až 0,999 a KC v intervale 0,996 až 0,999. Bol navrhnutý a implementovaný aj 2D CNN model pre klasifikáciu drevín pracujúci so súvislým vstupom 3x3 pixelov vhodným pre tvorbu segmentačnej mapy. Kľúčovým prínosom bola implementácia balancovania trénovacej množiny čo výrazne prispelo k vyšším presnostiam klasifikácie málo zastúpených drevín. Kombinácia balancovaného datasetu, rozsiahlej augmentácií, zákazkovo navrhnutému modelu a rozsiahlemu procesu učenia priniesla výsledné presnosti klasifikácie presahujúce 99% u všetkých, aj málo zastúpených, drevín.
Ďalší prístup ku klasifikácii hyperspektrálnych dát vyvinutý v rámci projektu HYSPED využíva osvedčený model GoogleLeNet. Incepčný modul pôvodného modelu bol vylepšený z 2D na 3D konvolúciu a zaviedli sa parametrizovateľné filtre s cieľom znížiť stratu informácií a pridať širšie receptívne polia. Vylepšený model sa aktívne zúčastnil v Kaggle súťaži zameranej na klasifikáciu hyperspektrálnych obrazov, konkrétne detekciu ochorenia hrdze plevovej na snímkach pšenice ozimnej. Vylepšený model skončil v súťaži na zdieľanom druhom mieste spomedzi 27 tímov (https://kaggle.com/competitions/beyond-visible-spectrum-ai-for-agriculture-P1).

Výstupom projektu je štúdia modelovaných závislostí v dátach a validované modely s podporou cloudovej infraštruktúry na detekciu a klasifikáciu objektov záujmu na úrovni TRL 5.



Obrázok 1 Pixelová vs. objektová klasifikácia druhov drevín na báze hyperspektrálnych dát

Hlavné scientometrické výstupy:

[1] SKURČÁK, Ľuboš - GBELEC, Ján - SITKO, Roman - SALOŇ, Šimon - FORGÁČ, Radoslav - OČKAY, Miloš. The use of hyperspectral sensors in aerial inspections of overhead transmission lines. In 2023 23rd International Scientific Conference on Electric Power Engineering (EPE) : Proceedings. - Brno, Czech Republic : Brno University of Technology, 2023, p. 41-44. ISBN 979-8-3503-3592-7. Dostupné na: https://doi.org/10.1109/EPE58302.2023.10149286 (International Scientific Conference on Electric Power Engineering). Typ: ADMB

[2] HABALA, Ondrej - BOBÁK, Martin - ŠELENG, Martin - TRAN, Viet - HLUCHÝ, Ladislav - IVICA, Lukáš. Architecture of a serverless cloud application. In IEEE 23rd International Symposium on Computational Intelligence and Informatics (CINTI 2023) : Proceedings. - Budapest, Hungary : IEEE, 2023, p. 105-110. ISBN 979-8-3503-4294-9. Dostupné na: https://doi.org/10.1109/CINTI59972.2023.10382015 (CINTI 2023 : IEEE 23rd International Symposium on Computational Intelligence and Informatics) Typ: ADMB

[3] HABALA, Ondrej** - BOBÁK, Martin - ŠELENG, Martin - TRAN, Viet - HLUCHÝ, Ladislav. Architecture of a Function-as-a-Service Application. In Computing and informatics, 2023,

vol. 42, no. 4, p. 878-895. (2022: 0.7 - IF, Q4 - JCR, 0.196 - SJR, Q4 - SJR). ISSN 1335-9150. Dostupné na: https://doi.org/10.31577/cai_2023_4_878 Typ: ADDA
[4] HLUCHÝ, Ladislav - HABALA, Ondrej - BOBÁK, Martin - ŠELENG, Martin. Transformation of a legacy airport meteorology application into a serverless cloud application. In IEEE 17th international symposium on applied computational intelligence and informatics (SACI 2023) : Proceedings. - Danvers, US : IEEE, 2023, p. 637-642. ISBN 979-8-3503-2109-8. Dostupné na: https://doi.org/10.1109/SACI58269.2023.10158660 (IEEE 17th international symposium on applied computational intelligence and informatics). Typ: ADMB
[5] VLČEK, Jozef - BOBÁK, Martin. Synchronized Music Streaming Driven by Microservice Architecture. In IEEE 23rd International Symposium on Computational Intelligence and Informatics, CINTI 2023 - Proceedings. - Budapest, Hungary : IEEE, 2023. Typ: ADMB
[6] SKOVAJSOVÁ, Lenka - BADIDOVÁ, Bianca - BIĽANSKÁ, Michaela - DEDERA, Ľubomír - JAVUREK, Martin - ĎULÍK, Miroslav. Feedforward neural network classification of tree species using hyperspectral imagery. In 2023 Communication and information technologies conference proceedings : KIT 2023. - Danvers : IEEE, 2023, p. 240-244. ISBN 979-8-3503-3838-6. Dostupné na: https://doi.org/10.1109/KIT59097.2023.10297073 (KIT 2023 : 2023 Communication and information technologies) Typ: ADMB
[7] BADIDOVÁ, Bianca - FORGÁČ, Radoslav - OČKAY, Miloš - KRAMMER, Peter - JAVUREK, Martin - BIĽANSKÁ, Michaela. Contribution to pixel-based hyperspectral classification of tree species by 1D-CNN. In 2023 Communication and information technologies conference proceedings : KIT 2023. - Danvers : IEEE, 2023, p. 251-255. ISBN 979-8-3503-3838-6. Dostupné na: https://doi.org/10.1109/KIT59097.2023.10297026 (KIT 2023 : 2023 Communication and information technologies) Typ: ADMB