



Energetski digitalni dvojček: od masovnega zajema podatkov do modeliranja, vizualizacije in analiz

Energy Digital Twin: From Large-Scale Data Acquisition to Modelling, Visualization, and Analysis

POVZETEK

Energetski sektor se sooča z izzivi digitalizacije infrastrukture, vključevanja obnovljivih virov energije in zagotavljanja robustnosti omrežij, zato postaja koncept energetskega digitalnega dvojčka nepogrešljivo orodje za načrtovanje, spremljanje in optimizacijo obratovanja. V predstavitvi bomo prikazali celoten proces vzpostavitve digitalnega dvojčka elektroenergetske infrastrukture, ki temelji na zajemu podatkov s specialnimi letalskimi platformami, opremljenimi z visokoločljivostnimi fotogrametričnimi kamerami, LiDAR sistemi visoke gostote in natančnimi GNSS/INS navigacijskimi sistemi. Načrtovanje snemalnih linij, sinhronizacija podatkov ter upoštevanje vremenskih in osvetlitvenih pogojev omogočajo ustvarjanje natančnih digitalnih modelov terena, 3D vektorskih objektov ter vektorizacijo energetskih elementov. Primer dobre prakse bo predstavljen skozi sodelovanje z družbo ELES, kjer je bil razvit prototip digitalnega dvojčka daljnovodnega odseka, ki končnemu uporabniku omogoča vizualni in analitični pregled infrastrukture, podporo pri načrtovanju vzdrževanja, zaznavanje odstopanj in zmanjšanje stroškov terenskih pregledov. Kot osrednje orodje bomo predstavili platformo LIFT, ki omogoča integracijo fotogrametričnih podatkov, LiDAR in drugih podatkovnih virov v interaktivno 3D okolje z naprednimi analitičnimi moduli ter povezavo z zunanjimi bazami. V zaključku se bomo dotaknili prihodnosti modeliranja z metodo »Gaussian splatting«, ki omogoča fotorealistično rekonstrukcijo stebrov in vodnikov ter detekcijo drobnih elementov, kot so izolatorji in spojke, kar odpira nove možnosti za natančnejše vizualizacije in analize v energetiki. Predstavitev bo pokazala, da združitev sodobnih metod zajema podatkov, geodetske in geoinformacijske obdelave ter naprednih vizualizacij vodi k učinkovitejšemu, varnejšemu in stroškovno optimiziranemu upravljanju kritične infrastrukture.

The energy sector is facing the challenges of infrastructure digitalization, the integration of renewable energy sources, and ensuring network robustness. As a result, the concept of the energy digital twin is becoming an indispensable tool for planning, monitoring, and optimizing operations. This presentation will showcase the complete process of establishing a digital twin of the power infrastructure, based on data acquisition using specialized aerial platforms equipped with high-resolution photogrammetric cameras, high-density LiDAR systems, and precise GNSS/INS navigation systems. Careful flight line planning, data synchronization, and consideration of weather and lighting conditions enable the creation of accurate digital terrain models, 3D vector objects, and the vectorization of energy elements. A best-practice example will be presented through cooperation with ELES, where a prototype digital twin of a transmission line section was developed, providing the end user with visual and analytical infrastructure review, support in maintenance planning, anomaly detection, and reduced field inspection costs. The central tool to be presented will be the LIFT platform, which enables the integration of photogrammetric data, LiDAR, and other data sources into an interactive 3D environment with advanced analytical modules and connectivity to external databases. In conclusion, we will explore the future of modeling with the

“Gaussian splatting” method, which allows photorealistic reconstruction of towers and conductors, as well as the detection of small components such as insulators and connectors, opening new possibilities for more accurate visualizations and analyses in the energy sector. The presentation will demonstrate that the combination of modern data acquisition methods, geodetic and geoinformation processing, and advanced visualizations leads to more efficient, safer, and cost-optimized management of critical infrastructure.

KLJUČNE BESEDE: digitalni dvojček, daljinsko zaznavanje, 3D vizualizacija, energetika, 3D modeliranje

Anže Žnidaršič*, Tinkara Langus*, Katja Šušteršič*, Roman Tomažič**

*Flycom Technologies, **ELES