



Záverečná karta projektu

Názov projektu

Evidenčné číslo projektu

APVV-18-0247

Automatizácia kontroly elektronickej dokumentácie stavieb s využitím inovatívnych technológií zberu údajov a virtuálnych modelov

Zodpovedný riešiteľ **prof. Ing. Alojz Kopáček, PhD.**

Príjemca

Slovenská technická univerzita v Bratislave - Stavebná fakulta

Názov pracoviska, na ktorom bol projekt riešený

Katedra geodézie, Stavebná fakulta, Slovenská technická univerzita v Bratislave

Katedra technológie stavieb, Stavebná fakulta, Slovenská technická univerzita v Bratislave

Katedra matematiky a deskriptívnej geometrie, Stavebná fakulta, Slovenská technická univerzita v Bratislave

Názov a štát zahraničného pracoviska, ktoré spolupracovalo pri riešení

-

Udelené patenty/podané patentové prihlášky, vynálezy alebo úžitkové vzory, ktoré sú výsledkami projektu

-

Najvýznamnejšie publikácie (knihy, články, prednášky, správy a pod.) zhrňujúce výsledky projektu – uveďte aj publikácie prijaté do tlače

BARICZOVÁ, Gabriela - ERDÉLYI, Ján - HONTI, Richard - TOMEK, Lukáš. Wall Structure Geometry Verification Using TLS Data and BIM Model. In Applied Sciences. Vol. 11, iss. 24 (2021), online, [20] s., art. no. 11804. ISSN 2076-3417 (2021: 2.838 - IF, Q2 - JCR Best Q, 0.507 - SJR, Q2 - SJR Best Q). DOI: 10.3390/app112411804 ; CC: 000735302700001 ; SCOPUS: 2-s2.0-85121257398.

ERDÉLYI, Ján - HONTI, Richard - FUNTÍK, Tomáš - MAYER, Pavol - MADIEV, Aset. Verification of Building Structures Using Point Clouds and Building Information Models. In Buildings. Vol. 12, iss. 12 (2022), online, [21] s., art. no. 2218. ISSN 2075-5309 (2021: 3.324 - IF, Q2 - JCR Best Q, 0.565 - SJR, Q1 - SJR Best Q). DOI: 10.3390/buildings12122218 ; CC: 000900479900001 ; SCOPUS: 2-s2.0-85144886980.

HONTI, Richard - ERDÉLYI, Ján - KOPÁČIK, Alojz. Semi-automated segmentation of geometric shapes from point clouds. In Remote Sensing. Vol. 14, iss. 18 (2022), online, [21] s., art. no. 4591. ISSN 2072-4292 (2021: 5.349 - IF, Q1 - JCR Best Q, 1.283 - SJR, Q1 - SJR Best Q). DOI: 10.3390/rs14184591 ; CC: 000859507900001 ; SCOPUS: 2-s2.0-85138684120.

MAYER, Pavol - FUNTÍK, Tomáš - ERDÉLYI, Ján - HONTI, Richard - CEROVŠEK, Tomo. Assessing the duration of the lead appointed party coordination tasks and evaluating the appropriate team composition on BIM projects. In Buildings. Vol. 11, iss. 12 (2021), online, [21] s., art. no. 664. ISSN 2075-5309 (2021: 3.324 - IF, Q2 - JCR Best Q, 0.565 - SJR, Q1 -

SJR Best Q). SCOPUS: 2-s2.0-85121588792 ; CC: 000736187800001 ; DOI: 10.3390/buildings11120664.

BRINDZA, Ján - KAJÁNEK, Pavol - ERDÉLYI, Ján. Lidar-based mobile mapping system for an indoor environment. In Slovak Journal of Civil Engineering. Vol. 30, no. 2 (2022), online, s. 47-58. ISSN 1338-3973 (2021). DOI: 10.2478/sjce-2022-0014 ; WOS: 000824854000006. TOMEK, Lukáš – BERAN, Branislav – ERDÉLYI, Ján – HONTI, Richard – MIKULA, Karol. Multichannel segmentation of planar point clouds using evolving curves. In Computational and Applied Mathematics. ISSN 2238-3603 – prijaté do tlače

Uplatnenie výsledkov projektu

Výsledkom realizácie projektu je overený technologický postup na automatizovanú kontrolu skutočného vyhotovenia stavebných objektov využitím terestrického laserového skenovania. Nástroje vytvorené počas riešenia projektu môžu byť použité na rýchlu verifikáciu informačného modelu budovy (verifikácia existencie vybraných konštrukčných prvkov) ako aj na extrakciu informácií o geometrii vybraných konštrukčných prvkov stavieb. Ďalej boli vytvorené postupy na filtráciu a segmentáciu výsledkov terestrického laserového skenovania (mračien bodov). Samotný postup na verifikáciu skutočného vyhotovenia stavieb slúži na rýchlu a komplexnú kontrolu vyhotovenia hrubej stavby. Výhodou oproti konvenčným metódam je, že sa kontrola nevykonáva na základe náhodne vybraných častí stavebných konštrukcií ale z mračien bodov, ktoré pokrývajú celý povrch kontrolovaného stavebného prvku. Porovnanie informačného modelu s mračnom bodom, výrazne zvyšuje efektivitu a objektivitu kontroly stavebného objektu. Vizualizácia výsledkov vo forme rozdielových modelov výrazne zjednodušuje identifikáciu pozície odchýlok ako aj ich interpretáciu. Výsledky realizácie projektu môžu byť využité odbornou verejnosťou, zároveň slúžia ako vzdelávacia a expertízna báza pre študentov, doktorandov a mladých vedeckých pracovníkov na študijných programoch Geodézia a kartografia, Technológia a manažérstvo stavieb a Matematicko-počítačové modelovanie.

Súhrn výsledkov riešenia projektu a naplnenia cieľov projektu v slovenskom jazyku (max. 20 riadkov)

Cieľom projektu bolo vypracovať metodiku kontroly skutočného vyhotovenia stavieb využitím informačného modelovania stavieb (BIM). Počas riešenia projektu boli sformulované požiadavky na automatizovaný zber údajov využitím terestrického laserového skenovania (TLS). Bola vytvorená metodika a nástroje na:

- automatizovanú tvorbu 3D modelov základných konštrukčných prvkov stavebných objektov na základe údajov TLS. Bola vytvorená samostatná aplikácia na filtráciu a segmentáciu mračien bodov a následnú tvorbu 3D modelov.
- automatizované porovnanie projektu stavby (BIM modelu) s modelmi získanými spracovaním mračien bodov. Bol vytvorený softvér na extrakciu geometrickej informácie stien, stĺpov a stavebných otvorov z BIM modelov vo výmennom formáte *.ifc. Na porovnanie projektu s mračnom bodov bola vytvorená aplikácia v softvéri MATLAB. Pri verifikácii skutočného vyhotovenia stavieb je kvantifikovaná relatívna ako aj absolútna presnosť. Napríklad v prípade stien to znamená kontrolu rovinnosti, ako aj rozdielu v polohe a orientácii oproti BIM modelu.
- analýzu rozdielových modelov. Na číselnú a grafickú interpretáciu odchýlok, okrem tabuliek odchýlok, sú vytvorené rozdielové modely, vyjadrujúce odchýlky pomocou hypsometrie, resp. grafickým znázornením stavebných otvorov a štorcovej siete, ktorá umožní jednoznačnú lokalizáciu odchýlok.

Počas riešenia projektu vzniklo (alebo je v tlači) celkovo 53 publikácií z čoho 5 bolo publikovaných v karentovaných časopisoch (Q1 alebo Q2).

Súhrn výsledkov riešenia projektu a naplnenia cieľov projektu v anglickom jazyku (max. 20 riadkov)

The goal of the project was to develop a methodology for as-built structure verification using building information modeling (BIM). During the solution of the project, the requirements for automated data collection using terrestrial laser scanning (TLS) were formulated. A methodology and tools were created for:

- automated creation of 3D models of basic structural elements of buildings based on TLS data. A separate application was created for filtering and segmenting point clouds and the

subsequent creation of 3D models.

- automated comparison of the building design (BIM model) with models obtained by point cloud processing. A software was created to extract geometric information of walls, columns, and openings from BIM models in the *ifc exchange format. An application was created in MATLAB software to compare the design with the point cloud. When verifying the as-built structures, both relative accuracy and absolute accuracy are quantified. For example, in the case of walls, this means checking the flatness as well as the difference in position and orientation compared to the BIM model.

- analysis of difference models. For numerical and graphical interpretation of deviations, in addition to tables of deviations, deviation maps are created, expressing deviations in the form of signed and coloured deviation maps, or by graphical representation of openings and a grid, which enables the localization of deviations.

During the implementation of the project, a total of 53 publications were created (or are in print), of which 5 were published in current content journals (Q1 or Q2).