

Celková charakteristika plnění projektu FR-TI4/436 v období 01/2014 až 12/2014

Obsah:

- Úvod
- 1. Implementace navržených algoritmů formou webových aplikací
- 2. Návrh koncepce expertního systému pro analýzu deformací s využitím technologie pozemního InSAR
- 3. Implementace grafického rozhraní pro vizualizaci výsledků analýzy deformací formou 2D a 3D modelů.
- 4. Příprava nových technologických postupů pro systém IBIS-S, IBIS-L

Úvod

Projekt je plněn dle harmonogramu, nevyskytly se žádné problémy, které by bránily jeho úspěšnému řešení. V prvním období roku 2014 bylo navázáno na činnost z předchozího roku.

Na rok 2014 byly naplánovány především implementační práce, zejména programování algoritmů navržených v předchozím roce a příprava grafického rozhraní pro vizualizaci výsledků analýzy deformací. Rovněž byla rámcově navržena koncepce expertního systému pro analýzu deformací. Současně pokračovaly metodické práce na přípravě nových technologických postupů pro systém IBIS-S a IBIS-L a měřické práce na ověření připravovaných technologických postupů.

1. Implementace navržených algoritmů formou webových aplikací

Algoritmy pro analýzu deformací jsou dvojího druhu. Jeden z nich je určen k výpočtu spojitého pole posunů na základě diskretních hodnot posunů změřených radarovým systémem IBIS-L, druhý k výpočtu tenzoru deformace. Tensor deformace je vypočten pomocí parciálních derivací posunu v obecném bodě na povrchu snímaného objektu. Posuny i jejich parciální derivace jsou odhadnuty modifikovanou metodou kolokace. Tento přístup ke zpracování radarových dat umožňuje odhadnout směrodatnou odchylku posunu a kovarianční matici jeho parciálních derivací. Na základě takto určené kovarianční matice parciálních derivací posunu lze dále odhadnout kovarianční matici příslušného tenzoru deformace. Oba algoritmy tedy zahrnují i výpočetní modul pro odhad přesnosti výsledných hodnot (posunů, resp. tenzorů deformace). Výsledky těchto dvou algoritmů slouží též ke grafickému znázornění pole posunů a některých vybraných jednorozměrných veličin pole deformací, zejména úplné dilatace a úplného stříhu.

Použitá metodika založená na modifikované metodě kolokace (tzv. objemová aproximace) přesahuje aplikační rámec radarových dat. Její teoretický základ lze využít ke zpracování jiných typů prostorových dat, např. optických obrazových dat s nízkým rozlišením, dat z infračervených kamer nebo dat z medicínských zobrazovacích přístrojů (MRI, PET apod.).

Uvedené algoritmy byly naprogramovány v jazyce Python s použitím knihoven NumPy [1] a SciPy [2] pro matematické výpočty v Pythonu. Tento výpočetní modul pak byl použit ve webových aplikacích pro praktické řešení uvedených úloh. Tyto aplikace byly začleněny do budovaného expertního systému jako jednotlivé komponenty. Podrobnější implementační postup je uveden v příloze 3 (Vývoj webových aplikací a budování expertního systému).

2. Návrh koncepce expertního systému pro analýzu deformací s využitím technologie pozemního InSAR

Expertní systém pro analýzu deformací má sloužit ke snadné aplikaci získaných poznatků a příslušných softwarových nástrojů v praxi. Je koncipován jako hypertextová nápověda. Významným hlediskem pro návrh tohoto expertního systému jsou datové toky od měřených veličin (posuny, odrazivost povrchu, meteorologické údaje apod.) až po prakticky interpretovatelné veličiny, podle jejichž hodnot může kompetentní autorita (např. správce vodního díla, správa dopravní cesty, místní úřad) činit zodpovědná rozhodnutí.

Schéma navrženého expertního systému je na obrázku 1 v příloze 3. Schéma zahrnuje jak znalostní modul, který poskytuje nápovědu pro výběr vhodné metodiky a technologie k měření, tak aplikace pro další analýzu a vizualizaci naměřených pohybů a deformací.

3. Implementace grafického rozhraní pro vizualizaci výsledků analýzy deformací formou 2D a 3D modelů.

Grafické rozhraní pro vizualizaci výsledků analýzy deformací je postupně vyvíjeno v několika variantách odpovídajících jednotlivým druhům modelů a způsobům snímání. Tyto varianty zahrnují:

- jednorozměrné snímání (IBIS-S) nebo dvojrozměrné snímání (IBIS-L),
- 2D nebo 3D modely,
- statické nebo dynamické modely.

Přednostně byly vyvíjeny ty varianty vizualizace, které nepodporuje dodávaný firemní software (Data Viewer, Guardian), zejména:

- grafické znázornění spojitého pole dvojrozměrných posunů změřených systémem IBIS-L pomocí statického 3D modelu,
- grafické znázornění průběhu vybraných veličin odvozených od tenzoru deformace
- dynamické zobrazení časové změny průhybu liniového objektu (mostu nebo věžové stavby) zaměřeného systémem IBIS-S

Vizualizace jsou součástí vytvořených webových aplikací. V současné fázi projektu vizualizace zahrnují:

- zobrazení spojitého pole posunů formou hypsometrie
- zobrazení tenzoru deformace pomocí jeho hlavních směrů
- zobrazení totální dilatace a úplného stříhu formou barevné hypsometrie
- zobrazení pohybů liniových těles v čase formou animace modelu tělesa
- zobrazení pohybů liniových těles v čase formou časové řady

Jednotlivé výstupy jsou podrobněji popsány v příloze 3.

4. Příprava nových technologických postupů pro systém IBIS-S

V roce 2014 pokračovaly práce na návrzích nových technologických postupů využívajících pozemní interferometrický radar IBIS-S a IBIS-L.

Byly navrženy dvě nové technologie určování vodorovných pohybů výškových budov a vodorovných pohybů věžových vysílačů pozemním interferometrickým radarem. Zmíněné nové technologické postupy spolu s doprovodnými zprávami o ověřovacích měřeních jsou přiloženy k roční zprávě projektu FR-TI4/436 za rok 2014.

Kromě toho bylo dojednáno a připraveno dlouhodobé měření vodního díla Vír pomocí systému IBIS-L, které pak proběhlo v září a v listopadu 2014. Toto měření umožní lépe odhalit mechanismy deformací betonových přehradních hrází a jejich závislosti na různých vnějších vlivech jako jsou meteorologické podmínky, rozsah osluněné plochy tělesa hráze, změny výšky hladiny v nádrži atd.