

BŪVJU DEFORMĀCIJU VĒRTĪBU UZKRĀŠANA UN ANALĪZE

THE DATABASE OF DEFORMATION VALUES AND ANALYSE

Maris Kalinka

Atslēgas vārdi: deformācija, analīze

Anotācija

Objekta ģeometriskā un novietojuma izmaiņa laika periodā ir viens no aktuālākiem jautājumiem, kas tiek pētīts ģeomātikā. Objekta deformācija jeb pārbīde koordinātu sistēmā ir bijusi aktuāla problēma vairāku gadsimtu laikā. Objektu izmaiņa telpā dod raksturojumu par objekta stāvokli gan relatīvā, gan absolūtā koordinātu sistēmā. Koordinātu izmaiņas mēs varam raksturot kā viendimensijas, divdimensiju vai trīsdimensiju pārbīdes lielumus. Izmaiņas lielumu noteikšanas precizitāte un metodes ir aktuāls lielums visos laikos.

Objekta pārbīde un izmaiņas tiek analizētas ar dažādām metodēm kā elementārām koordinātu starpībām vai mazāko kvadrātu metodi (MZK). Rakstā tiek apskatīts objekta analīzes sistēma būvēm, kas tiek novērotas statistiskā režīmā

1. Ievads

Objekta deformācija jeb pārbīde koordinātu sistēmā ir bijusi aktuāla problēma vairāku gadsimtu laikā. Objektu izmaiņa telpā dod raksturojumu par objekta stāvokli gan relatīvā, gan absolūtā koordinātu sistēmā. Koordinātu izmaiņas mēs varam raksturot kā viendimensijas, divdimensiju vai trīsdimensiju pārbīdes lielumus. Izmaiņas lielumu noteikšanas precizitāte un metodes ir aktuāls jautājums.

Vēsturiski deformāciju monitorings jeb būvju uzraudzība ir attīstījusies 19.-20. gs., veicot ostu un tirdzniecības vietu –noliktavu uzraudzību. Attīstoties būvniecībai ir ļoti aktuāli iegūt ātri objekta pārbīdi un pārbīdes kvalitātes raksturojumu.

Sistēma DAS (Deformācijas Analīzes Sistēma) ir datubāzes modelis, kas nodrošina objekta reģistrēšanas iespējas un deformāciju vērtību analīzes iespējas statistiskā režīmā. DAS

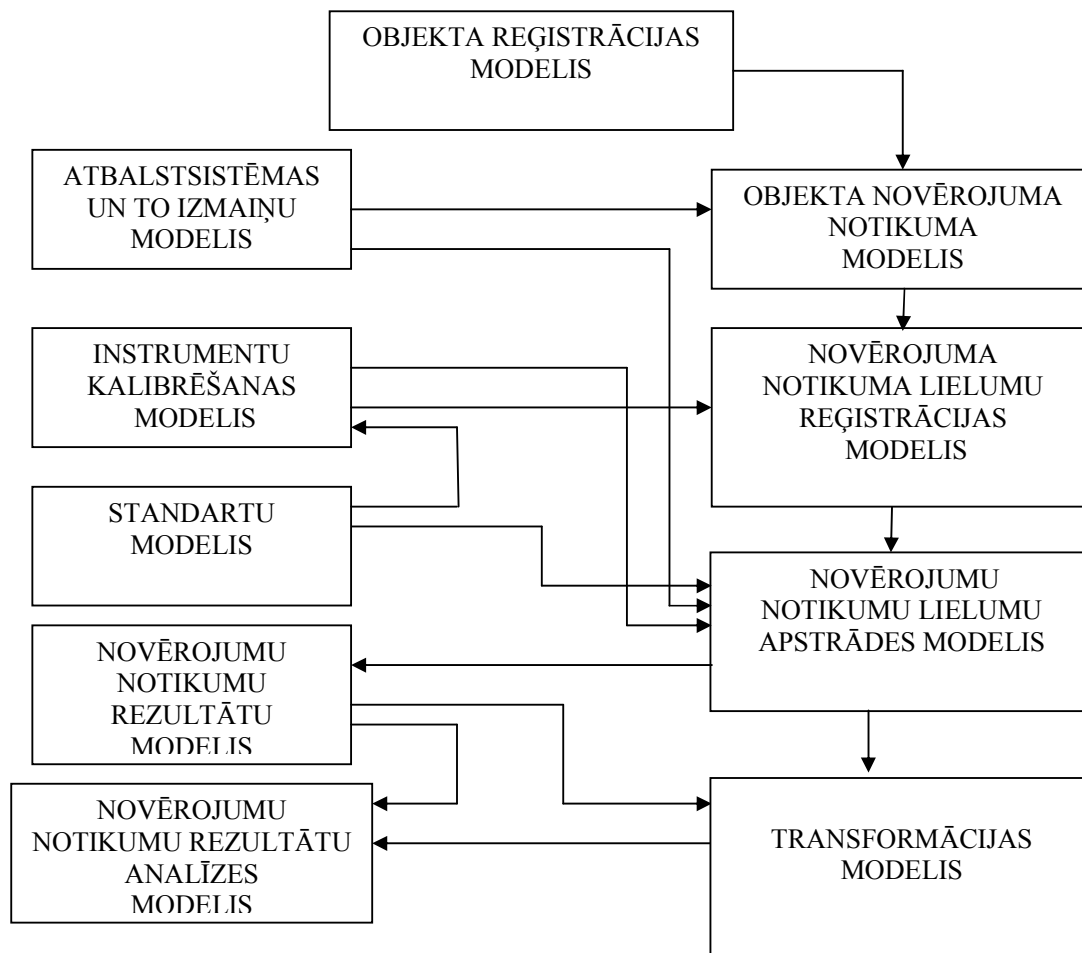
modelis ir paredzēts laboratoriskiem apstākļiem, veicot objektu vairākkārtēju novērošanu un analīzi pēc novēroto punktu absolūtām vērtībām vai vērtību izmaiņām, aptverot dažādu metožu rezultātā iegūtās vērtības un dažādu precizitāšu rezultātus, kas iegūti ar dažādu tipu instrumentiem.

2. DAS sistēmas modulis

Deformācijas sistēmas moduļa pamatprincipi ir veikt datu reģistrāciju un datu analīzi ar grafiku izzīmēšanu, izmantojot objektu deformāciju izmaiņas. Sistēmas darbības plūsma sastāv etapiem, kas nodrošina objekta izmaiņu izsekojamību pa vairākiem etapiem. (Attēls Nr.1)

Veicot objekta deformācijas novērojumus, tiek veikti darbības etapi, kas nodrošina objekta novērošanas pilna cikla nodrošinājumu

- objekta reģistrācijas modelis – satur vispārīgu informāciju par objektu, objektu novēroto punktu informāciju un izvietojumu
- Atbalstsistēmas un to izmaiņu modelis – satur informāciju par objektā izmantotiem atbalstpunktiem un to stāvokli
- Objekta novērojuma notikuma modelis – satur informāciju par novērojuma notikuma notikšanas apstākļiem un veicējiem
- Instrumenta kalibrēšanas modelis – satur instrumenta pārbaudes un kalibrēšanas informāciju
- Novērojumu notikumu lielumu reģistrācijas modelis – satur objekta novērojumu lielumus
- Novērojumu notikumu lielumu apstrādes modelis – veic notikumu analīzi un izlīdzināšanu, apstrādājot instrumenta kalibrēšanas un novērojumu notikumu lielumu datus
- Novērojumu notikumu rezultātu modelis – satur objekta novēroto punktu absolūtās vērtības
- Novērojumu notikumu rezultātu analīzes modelis – satur objektu analīzes veidus, kas dod informāciju par objekta izmaiņām, analizējot vērtību izmaiņas un to precizitāti
- Transformācijas modelis – objekta absolūto vērtību transformācija starp koordinātu sistēmām



1. attēls Deformācijas objekta novērošanas un analīzes moduļu mijiedarbības shēma

3. Objektu analīzes matemātiskais un grafiskais attēlojums

3.1. Transformāciju algoritmi

Objektu deformāciju analīze var tikt veikta , analizējot vērtību izmaiņas vai analizējot absolūtās vērtības kādā no koordinātu sistēmām. Veicot analīzi pēc dažādām koordinātu sistēmām lielā apvidū (vēsturiskām) ir jāietver koordinātu transformācija no vienas koordinātu sistēmas uz otru . Veicot *trīs dimensiju koordinātu transformāciju* taisnleņķa koordinātu sistēmā , izmanto septiņu parametru līdzīgo koordinātu transformāciju (Wolf and Ghilani,1997):

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix}_j = \begin{bmatrix} T_x \\ T_y \\ T_z \end{bmatrix} + (1 + \lambda) \begin{bmatrix} 1 & -R_z & R_y \\ R_z & 1 & -R_x \\ -R_y & R_x & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix}_i \quad (1)$$

kur $(1 + \lambda)$ ir mēroga factors, R_x, R_y, R_z – rotācijas elementi. T_x, T_y, T_z – ir koordinātas referenc-koordinātu sistēmā.

Veicot koordinātu transformāciju *viendimensiju koordinātu* sistēmā izmantojam sekojošus pārveidojumus:

$$Z_j = (\Delta z + z_i) * (1 + \lambda) \quad (2)$$

kur $1 + \lambda$ – ir mēroga factors un Δz – koordinātu starpība x vai y vai z telpā

Veicot *divdimensiju koordinātu* transformāciju plaknē izmanto affīno koordinātu transformācijas vispārīgo gadījumu, kas matricu pierakstā izpaužas sekojoši:

$$V_T = V_{TO} + R * V_S, \quad (3)$$

kur

$$V_T = \begin{bmatrix} X_T \\ Y \end{bmatrix} \quad V_{TO} = \begin{bmatrix} A_0 \\ B_0 \end{bmatrix} \quad R = \begin{bmatrix} A_1 & A_2 \\ B_1 & B_2 \end{bmatrix} \quad \text{un} \quad V_S = \begin{bmatrix} X_S \\ Y_S \end{bmatrix}$$

X_T, Y_T – punkta koordinātas transformējamā koordinātu sistēmā

X_S, Y_S – punkta koordinātas esošajā koordinātu sistēmā

$A_0, A_1, A_2, B_0, B_1, B_2$ – transformācijas parametri koeficienti

Visos gadījumos transformācijas parametri tiek aprēķināti pēc mazāko kvadrātu metodes.

3.2. Deformāciju vērtību analīze

Deformāciju lielumi un to ietekme uz apkārtējo vidi tiek analizēti pēc koordinātu starpībām. Šie koordinātu pieaugumi un to precizitāte tiek izmantoti kā galvenie lielumi objektu izmaiņu raksturojumā

Objekta izmaiņu analīzes modelis ietver analīzes galvenos principus:

- absolūto vērtību izmaiņas starp „0” cikla notikumu un „n” notikumu,
- vērtību izmaiņu salīdzinājums vienas būves vai vairāku būvju ietvaros,
- izmaiņu analīze dažādos laika momentos

$$\Delta x_n = f(t_i), \quad (4)$$

kur Δx_n - deformācijas vērtība, ka ir veidojusies laika posmā t_i

3.3. Deformāciju vērtību grafiskais attēlojums

Deformācijas vērtību izmaiņa ir pakļauta „spline” tipa līknei, kas algoritmiski ir grūti aprakstāma, jo tai nav iespējams pie mazu mērījuma skaita aprēķināt precīzi visus parametrus līknes veidošanai. Viendimensijas gadījumā, kad tiek novērota viena vērtība, grafiks veidojas kā funkcija no laika un varam izmantot 1-dimensijas splaina funkciju:

$$x_i(t) = a_i + b_i t + c_i t^2 + d_i t^3, \quad (5)$$

kur x_i – deformāciju izmaiņa laika momentā t_i

Plaknes attēlojums pa asīm XY ir atkarīga no telpa (objekta) lieluma, kurā notiek deformācijas izmaiņas, kuras mēs varam definēt kā algebrisko līkni, kas pakļaujas izmaiņai laika momentā t_i .

$$f(x, y) = \sum_{i,j} a_{ij} x^i y^j, \quad (6)$$

kur x, y – mērījumu vērtība laika momentā t_i

4. Nobeigums

Raksts apkopo deformāciju mērījumu posmus, kas nepieciešami, lai veiktu ģeodēziskos mērījumus un analizētu ģeometriskās izmaiņas dažādos laika posmos absolūtā un relatīvā koordināti sistēmās, un mērogos

Tiek attēlotas galvenās deformācijas analīzes problēmas grafiskajā attēlojumos būvē, ja ir nepieciešamība no maza objektu un mērījuma skaita analizēt n-dimensiju telpā, nosakot deformācijas lielumu grafiski jebkurā vietā homogēnā būvē un tās atkarību no laika momenta. Analīzes metode ir paredzēta mērījumiem, kas veikti ar ģeodēziskiem instrumentiem, kuru precizitāte ir 0,7 mm

Literatūra

1. Bartels, R. H.; Beatty, J. C.; and Barsky, B. A. "Hermite and Cubic Spline Interpolation." Ch. 3 in An Introduction to Splines for Use in Computer Graphics and Geometric Modelling. San Francisco, CA: Morgan Kaufmann, 1998.
2. Burden, R. L.; Faires, J. D.; and Reynolds, A. C. Numerical Analysis, 6th ed. Boston, MA: Brooks/Cole, 1997.
3. James M. Anderson ; Edward M. Mikhail Surveying and Practice Seventh Edition , 1998

Māris Kaļinka, doctoral student, lector of the Department of Geomatics
Riga Technical university Department of Geomatics
Address: Azenes iela 16, LV 1048, Latvia
Phone: +371 7089263, Fax: +371 7089263

Kaļinka BŪVJU DEFORMĀCIJU VĒRTĪBU UZKRĀŠANA UN ANALĪZE

Apraksta mērķis ir dot informāciju par deformāciju novērošanas etapiem, izmantojot ģeodēziskos instrumentus. Raksts attēlo arī galvenās problēmas, kas saistītas ar deformāciju lielumu analīzi grafiskā un analītiskā veidā dažādos laika periodos, kas saistīti ar koordinātu sistēmu un mērogu maiņu.

Kaļinka THE DATABASE OF DEFORMATION VALUES AND ANALYSE

The abstract give information about process of measuring the deformation of the building in static. Abstract also show the actual problem to show the deformation in graphical view , to give the deformation value in any part of building plane from low number of the measurement fields in different part of the time and coordinate systems