

### Стереоскопично измерване в цифрови изображения.

Измерванията в цифровите снимки могат да се извършват *монокулярно* или *стереоскопично*. Монокулярния метод се използва при измерване на марките за определяне елементите на вътрешното ориентиране.

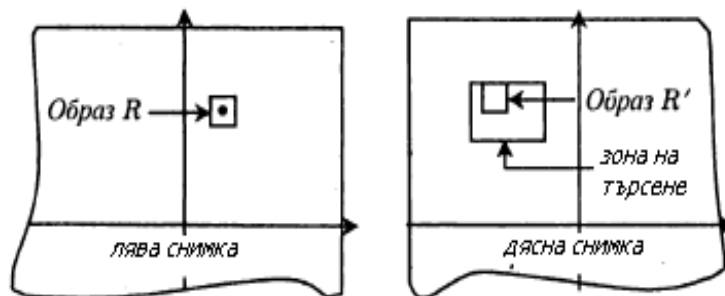
Ако означим с  $(x_p, y_p)$  физическите координатите на елемент от изображението, а с  $(i_x, i_y)$  разстерните координати, то ако единиците на тяхното измерване са елементи на геометричното разрешение на изображението връзките между тях се дават с формулите (3).

Стереоскопичното измерване се извършва чрез метода на изкуствена марка. Съществено предимство на цифровите технологии е възможността при измерването да се реализира автоматизирано откриване на образи на точки в полето на изображението. Метода се разглежда като статистическа задача за разпознаване на образи при наличие на деформации и се решава въз основа на оптико-електронни и програмни блокове, наречени *корелатори*. В основата на тази теория лежи понятието за образ като произволна форма от изображението, съдържаща цялата необходима информация. От математическа гледна точка образа представлява многомерен вектор  $\vec{R}$  като съвкупност от елементи от изображението (пиксели) всеки от които се характеризира със своята яркост  $\rho_{ij}$ . Определяйки левият образ на точка от изображението намирането на десния се свежда до търсене на образа  $\vec{R}'$  от дясната снимка, съответстващ на  $\vec{R}$ , така че разстоянието между тях да е минимално.

$$\left| \vec{R}' - \vec{R} \right| = \min \quad (14)$$

Практически за автоматичното разпознаване на образите на точки е необходимо:

- Да изберем на лявата снимка образ на  $\vec{R}$  във вид на област с размер  $(n \times n)$  пиксела, в центъра на която се намира търсената точка и да определим характеристиката на еталона по който се изпълнява проверката на условието (фиг. 14) ;



(фиг. 21)

- Определяне в дясната снимка на зоната за търсене с размери  $(m \times m)$  пиксела ( $m \gg n$ ) като вероятна зона за търсене на десния образ на точката с координати на центъра  $(x_2 \approx x_1 - b_{sn}, y_2 \approx y_1)$ ;
- Последователно преместване на областта с размери  $(n \times n)$  в границите на зоната за търсене на един пиксел в началото по ос  $x$ , а след това по оста  $y$  и създаване в дясната снимка на серия от образи  $\vec{R}'$ , както и определяне на характеристиката за всеки от тях.
- Съпоставяне на характеристика за всеки  $\vec{R}'$  с характеристиката на еталонния вектор  $\vec{R}$  за който да е изпълнено условието (14).

Установяването на степента на съответствие за векторите  $\vec{R}$  и  $\vec{R}'$  представлява основната трудност и може да бъде изпълнено по различни начини. Най-разпространен е този с изчисляване коефициента на корелация между яркостта на  $\vec{R}$  и всеки от образите на  $\vec{R}'$  при използване на формулите:

$$\bar{r} = \frac{\sum(\rho_i - \rho_0)(\rho_i' - \rho_0')}{\sqrt{\sum(\rho_i - \rho_0)^2 \times \sum(\rho_i' - \rho_0')^2}} \quad (15)$$

$\rho_0$  и  $\rho_0'$  средните яркости на елементите от зоните съответстващи на  $\vec{R}$  от лявата и  $\vec{R}'$  от дясната снимка.

Коефициентите, пресметнати за съчетание на  $\vec{R}$  със всеки от образите на  $\vec{R}'$  образуват корелационна матрица. Максималното значение на нейните елементи съответства на най-тясна връзка между сравняваните участъци от лявата и дясната снимки. По този начин търсената точка лежи в центъра на  $\vec{R}'$  с максимален коефициент на корелация. Някои методи за търсене предполагат използване на максимална корелационна функция, съставена на основа на анализа на елементите на корелационната матрица с коефициенти на корелация, определени по (15), съответстващи на търсения вектор  $\vec{R}$ . Разгледания алгоритъм позволява да се определи положението на точката в дясната снимка с точност до един пиксел. За точни фотограметрични измервания тази точност е недостатъчна. За подобряване на точността се извършва второ търсене с  $k$ - пъти намаляване на размера на пиксела и областта.

Използваните методи за автоматично откриване на точки се основават на строг анализ на яркостта и геометричното положение на елементите от изображението като тяхната надеждност се определя от сложността и геометричните свойства на изображението. Деформациите, предизвикани от ъгъла на наклона на снимката и

релефа на местността довеждат до деформиране на разстера и променят рисунъка на изображението, което се отразява на качеството на идентификацията.

Понеже препокриващите части от изображенията са перспективни проекции на една и съща територия от различни центрове на проектиране за преобразуването на техните координати се използват формули за перспективна трансформация:

$$x = \frac{A_1x' + A_2z' + A_3}{C_1x' + C_2z' + 1} \quad z = \frac{B_1x' + B_2z' + B_3}{C_1x' + C_2z' + 1} \quad (16)$$

$x', z'$  - координати на точката от лявата снимка;

$x, z$  - координати на точката от дясната снимка;

$A_i, B_i, C_i$  - коефициенти на перспективна трансформация.

Във формули (16) се съдържат осем неизвестни параметри на трансформация, които могат да бъдат определени от четири двойки съответни точки от двете изображения.

Разработени са и други методи за автоматизирана идентификация на точки. По-важните от тях са:

- използване на базисни епиполарни линии;
- метод на пирамидите (HRC);
- метод на вертикалните линии (ULL);
- метод на динамичното програмиране и метод на структурната корелация.

Точността на монокулярното измерване е един пиксел и зависи от геометричното разрешение. При стерео наблюдение може да бъде постигната подпикселна точност.