

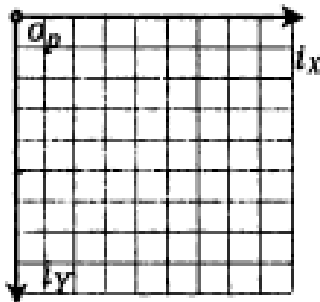
## Цифрова фотограметрия

Това е ново направление на фотограметрията. Изгражда се на основа на скенерни изображения с голяма разделителна способност или изображения от цифрови камери. Тя още носи наименованието цифрова, компютърна фотограметрия. Обработката на такива изображения се извършва с различни програмни продукти и хардуерни системи за стереоскопични наблюдения и измервания. В общия случай изображенията могат да бъдат представяни в различна форма, в зависимост от начина на тяхното получаване, приетия модел и структурата на данните.

Аналоговата форма на изображенията предполага получаването им на физически носител (хартия, филм, плака) и не съхраняване на времето за тяхното регистриране.

Цифровата форма на изображенията е възникнала във връзка с необходимостта изображенията да бъдат записвани в паметта на компютърните системи.

Векторна форма на изображенията намира приложение в цифровата картография при създаване на цифровия оригинал. Елементите от тази форма на изображението се представят като набор от примитиви: точки, линии и т.н. Вътрешните връзки на елементите от изображението съответстват на определена структура, изборът на която зависи от начина на формиране, описание на елементите, реализирания достъп до данните и връзките със съседните елементи. Растерната форма на изображението представлява цифрова форма която представя изображението като цифрова матрица в която всеки елемент се нарича пиксел и съдържа информация за цвят, яркост и т. н. Достъпът до всеки пиксел от изображението се осъществява чрез указване на номера на реда ( $i_x$ ) и номера на стълба ( $i_y$ ) (фиг. 1)



(фиг.1)

Пикселът се явява оптически еднородна част от изображението, във вътрешността на който елементите на изображението са неподелими. Експериментално се доказва, че за коректното възпроизвеждане на обект в цифровото изображение е необходимо размера му да е не по-малък от 4 пиксела. Растерното изображение се състои от съставящите го пиксели и достъпа до тях се осъществява чрез номера на съответния ред ( $i_x$ ) и стълб ( $i_y$ ) в пикселната координатна система  $O_p i_x i_y$ , чието начало е в горния ляв

ъгъл. Осите на координатната система са външните граници на изображението. Растерните координати на пиксела се отнасят за неговия център. Те могат да бъдат отчитани с точност 0.1 от размерите на пиксела. При фотограметричната обработка на цифровото изображение е необходимо да познаваме физическите координати на избрана точка в (**мм** или **мкм**), като за определянето им се използват разстерните координати и известният размер на пиксела.

### **Начини за получаване на цифровите изображения**

Цифровите изображения могат да бъдат получени по два начина:

- *чрез сканиране на аналогови изображения*, като се използват скенери;
- *чрез използване на цифрови камери*, непосредствено при самото заснемане.

И при двата начина се използват фото диоди или линейни или метрични светлочувствителни сензори.

Цифровото изображение представлява дискретна двумерна функция на градационните стойности на изображението. За монохроматични изображения се ползва само един канал, съдържащ стойностите на градации на сивото. При цветни или други многоканални изображения за всеки цвят (или канал) се ползват различни стойности, съответстваща на градационната стойност за дадения цвят. Цифровата фотограметрия се явява този раздел на фотограметрията, при който измерването и обработката се извършва в средата на цифровите изображения. Използването на цифровите изображения позволява да се постигне много голяма стабилност на регистрираните изображения (липса на стареене). При тях може да се реализират различни процедури за подобряване на градационните, (радиометрични) характеристики на изображението, на точковите характеристики (като рязкост, шум) и на геометричните характеристики с използването на методите на цифровата обработка на изображенията. Тези методи получиха много силно развитие във връзка с обработката на изображения от космически носители, както и при съвременните системи за цифрова телевизия. Процесите чрез които се извършва формиране на цифровото изображение са: *дискретизация* и *квантоване*. Дискретизацията представлява процес на замяна на непрекъснатото поле на входното изображение с набор от стойности – дискрети или отчети. Геометричният закон, по който се извършва това разлагане е различен, но най-често е върху правоъгълна или квадратна мрежа. В някои случаи може да се ползва шестоъгълна мрежа с кръгово или спираловидно разположение.

*Дискретизацията* представлява замяната на непрекъснатия диапазон от стойности на регистрираните точкови характеристики с краен набор от числа в този диапазон., а *квантоването* е формиране на краен брой участъци в уображението. Разделянето може да се извърши с равномерна стъпка или неравномерно, ползвайки различен

закон на преобразуване на градационните нива (например квадратичен, експоненциален или логаритмичен).

Процесите на дискретизация и квантоване е прието да се наричат *сканиране на изображението* (на снимката). Този термин носи в известен смисъл условен характер, тъй като от техническа гледна точка сканирането е процес на обхождане на полето на изображението при неговото оцифряване.

Обикновено при представяне на цифровите изображения се ползват не повече от 256 нива за градационните стойности. Тези 256 нива се кодират посредством, стойностите, представени в рамките на един байт компютърна информация (1byte = 8bits). Броят стойности е  $2^8=256$ , които се кодират от 0 до 255. В случаите на цветни изображения за всеки цвят се ползва по 1byte и съответно за червения (Red), зеления (Green) и синия (Blue) цвят са необходими по три байта за всеки пиксел. В някои случаи се ползат опаковани формати –  $2^{15}=32768$  цвята или *индексни таблици* (look up table) например с 256 цвята.

Индексното кодиране на цветните изображения е по-подходящо за визуализиране, но не и при обработката на цветните изображения.

Основна пространствена характеристика на цифровото изображение се явява неговата стъпка на растера. Стъпката на растера представлява разстоянието между пикселите в реда ( $\Delta\xi$ ) и между редовете ( $\Delta\eta$ ). За да се осигури точност на цифровото изображение, съизмерима с тази на аналоговото изображение, тази стъпка трябва да бъде малка, а това води до съответно голям обем на информацията. Връзката между стъпката на растера и разрешението на сканиране на даден сканер  $r$ , която се измерва в брой точки за инч (**dpi** -dots per inch) е следната:

$$r = \frac{25,4 \cdot 10^3}{\Delta\xi} \text{ [dpi]} \quad (1)$$

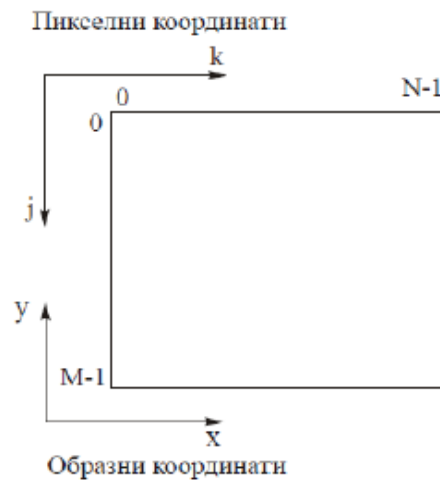
,където  $\Delta\xi$  се измерва в микрони ( $\mu\text{m}$ ).

Обемът на информацията за изображения 16x16 cm и 23x23 cm е представен в Таблица 1.

Таблица 1

| $r$ [dpi] | $\Delta\xi$ [ $\mu\text{m}$ ] | M [Kb] (16x16) | M [Kb] (23x23) |
|-----------|-------------------------------|----------------|----------------|
| 300       | 84,6                          | 34,9           | 72,2           |
| 600       | 42,3                          | 139,5          | 289,0          |
| 1000      | 25,4                          | 387,6          | 799,8          |
| 2400      | 10,6                          | 2223,7         | 4598,5         |
| 3400      | 7,5                           | 4443,0         | 9186,0         |

Координатните системи, свързани с цифровото изображение са представени на (фиг. 2).



(фиг. 2)

В цифровото изображение се дефинират пикселни координати, които съответстват на номера на *ред* и *колона* в изображението. Обикновено е прието колоните да се броят от *ляво надясно*, а редовете *отгоре - надолу*. Първият ред и първата колона имат индекс - 0. В съответствие с това диапазонът на пикселите и редовете е съответно:

$$P = 0:n-1 \quad \begin{matrix} P = \{0:n-1\} \\ L = \{0:m-1\} \end{matrix} \quad (2)$$

,където **m** е броят на редовете, а **n** - броят на колоните в цифровото изображение.

Така дефинираната координатна система е лява. Съответно се дефинира координатна система на измерванията - измервателна координатна система - с оси **ξ** и **η**. Началото на пикселната координатна система съвпада с центъра на горния ляв пиксел, а началото на измервателната система съвпада с долния ляв ъгъл на изображението. Трансформационните формули за връзка между двете координатни системи са следните:

$$\begin{aligned} x &= (k + 0,5) \cdot \Delta x \\ y &= M - (j - 0,5) \cdot \Delta y \end{aligned} \quad (3)$$

В зависимост от начина на отчитане на пикселните координати те могат да бъдат цели числа или да отчитат части от пиксела. В този случай измерването се извършва с *подпикселна точност*. От практическа гледна точка измерване с точност по-висока от **0,1Δξ** не е необходима, тъй като тя е значително по-висока от грешката от дискретизация.