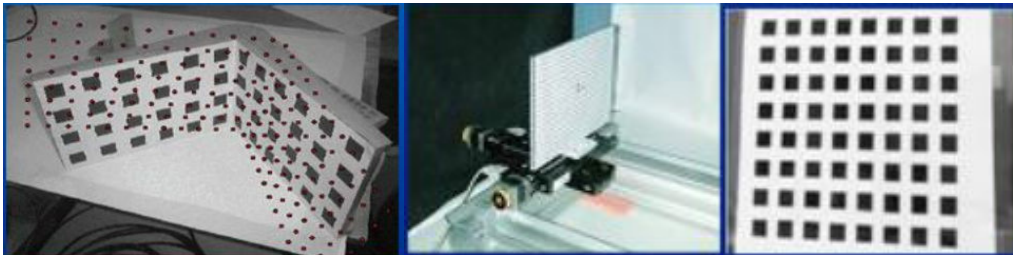


Калибриране на цифрови камери

Важен процес в цифровата фотограметрия е калибрирането на камерата. При калибрирането се определят параметрите на вътрешна ориентация на камерата, това са метрични характеристики на камерата, които са необходими при фотограметричната обработка на снимките. Камерите трябва да бъдат периодично калибрирани, заради атмосферни влияния, като разлики в температурата и атмосферното налягане, тези разлики могат да доведат до промяна на някои от ориентировъчните елементи.

Има няколко начина за калибриране на камерата. Единият е след сглобяването, производителят да я калибрира в лабораторни условия. Камерата може да се калибрира и като се използва предварително известна информация за сцената. Традиционният начин е чрез създаване на специализирани лабораторни установки и заснемане на обекти с предварително известна структура. (фиг.22) Тези подходи водят до добри резултати, но само за конкретните условия.

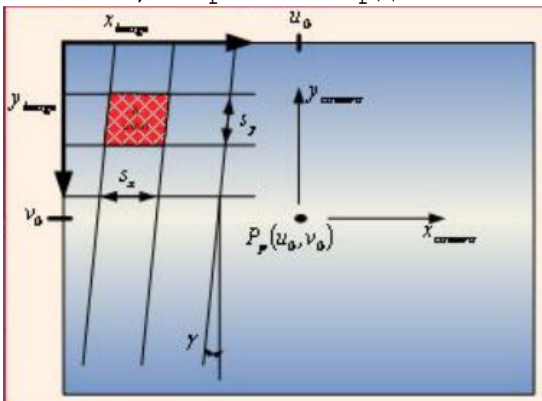


(фиг. 22)

Недостатъците на традиционните подходи са, че се разчита на предварително известна информация за Евклидовата структура на сцената, която информация почти винаги липсва. Друг недостатък е, че в процеса на функциониране на камерата параметри като фокус, увеличение се променят динамично, което налага те да бъдат периодично на базата на получаваната информация.

Параметрите на камерата се делят на:

Вътрешни параметри – те са необходими за свързване на пикселните координати на точка от изображението с координати на същата точка, спрямо координатната система на камерата. (фиг. 24)



(фиг. 24)

Калибриращата матрица изглежда по следният начин:

$$K = \begin{bmatrix} f_x & s & u_0 \\ 0 & f_y & v_0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (17)$$

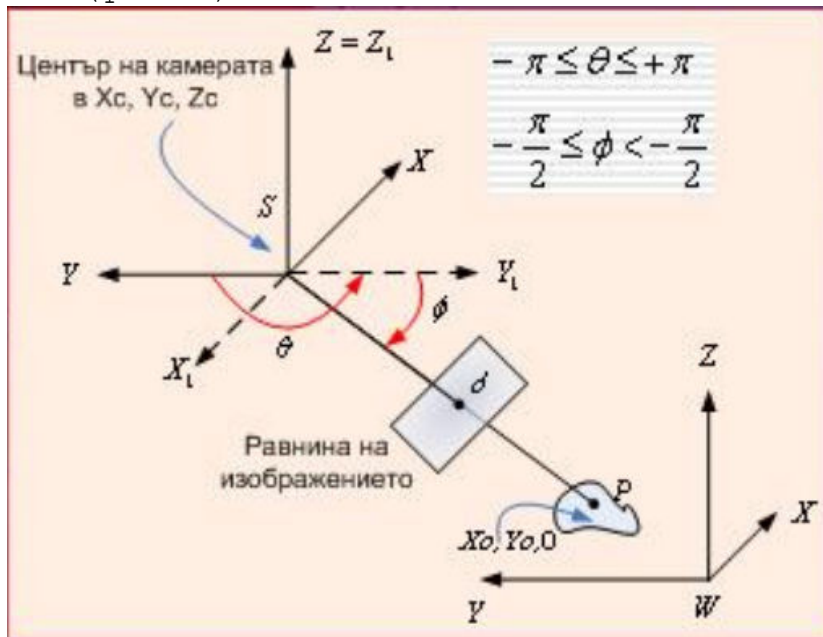
Четири от параметрите на матрицата са директно свързани с особеностите на камерата:

Главна точка (u_0, v_0) – задава позицията, в която оптичната ос на камерата пресича равнината на изображението. Позицията е функция на движението на оптичната система, в резултат на което не е задължително да бъде в центъра на изображението.

Фокусно разстояние (f) – в x и y посоки. Много често е прието да се използва едно фокусно разстояние и отношението между височините (s_y) и широчините (s_x) на пикселите.

Коефициент на наклон (s) – характеризира неправоегълността на пиксела (когато пикселите са квадратни стойността му е 0)

Външни параметри – с тях се описва местоположението и ориентацията на камерата спрямо някаква абсолютна координатна система. (фиг.25)



(фиг. 25)

Матрица на ротация R

Параметризиране на ротациите около $X-Y-Z$ чрез Ойлерови ъгли.

Вектор на трансляцията t

$$\begin{bmatrix} x \\ y \\ z \\ 1 \end{bmatrix} = [EXT] \begin{bmatrix} x_w \\ y_w \\ z_w \\ 1 \end{bmatrix}, [EXT] = [R_1][R_2][R_3][D] \quad (18)$$

Използват се следната последователност от действия:

Стъпка 1 : Преместване на центъра (19)

$$D = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & -X_e \\ 0 & 1 & 0 & -Y_e \\ 0 & 0 & 1 & -Z_e \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (19)$$

Стъпка 2 : Завъртане на равнина **X-Y** около **Z**

$$R_1 = \begin{bmatrix} \cos \theta & \sin \theta & 0 & 0 \\ -\sin \theta & \cos \theta & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (20)$$

Стъпка 3: Завъртане на равнина **Y-Z** около **X**

$$R_2 = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \cos \phi & \sin \phi & 0 \\ 0 & -\sin \phi & \cos \phi & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (21)$$

Стъпка 4 : Завъртане на **X'-Z'** около **Y'**

$$R_3 = \begin{bmatrix} \cos \psi & 0 & -\sin \psi & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ \sin \psi & 0 & \cos \psi & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (22)$$

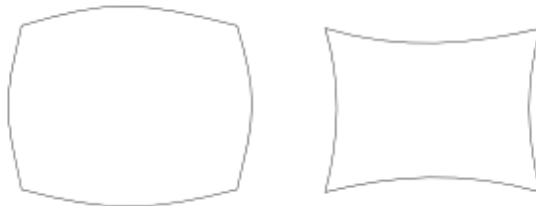
По отношение на геодезическото заснемане, се изисква добре да се подбере броя на станциите, както и да се заснемат характерни точки от самия обект. Желателно е характерните точки да бъдат маркирани, за да се разпознаят лесно на снимките, но това не винаги е възможно. За временно маркиране могат да се използват подвижни марки, но тяхното закрепване е затруднено. Крайната цел, която се търси е тези точки да получат геодезически и образни координати, чрез които да се трансформира изображението.

Цветните изображения се характеризират с геометрични и радиометрични характеристики. Геометричните характеристики определят размера на пиксела и от там качеството на изображението, а радиометричните характеристики са яркост, контраст и др. При черно-бели изображения се използват нивата на сивото от 0 до 255, а за формиране на цветни изображения се смесват основните цветове – червено, зелено и синьо.

Алгоритмите за обработка на цифровите изображения позволяват отстраняване на локални грешки в полето на изображението. Също така цифровата обработка позволява прецизно въвеждане на систематичните грешки към геометричния модел, както и въвеждане на корекции за дисторзия на обектива, кривината на Земята и атмосферната рефракция.

Корекция за изкривяване на обектива (дисторзия)

Дисторзията представлява изкривяване на границите на изображението (фиг.26)



(фигура 26. Ефект причинен от дисторзията на обектива)

Освен тези радиално-симетрични нарушения, които се проявяват в границите на изображението, има и други систематични грешки, а също и несистемни премествания. Изкривяванията зависят от фокусното разстояние и от фокуса. За да се сведе до минимум влиянието на грешките се прилагат подходящи математически модели. В повечето случаи радиално симетричните части са най-засегнати от изкривяванията и корекцията е насочена към тях. Стойностите на дисторзията се определят по време на калибриране на камерата. Те обикновено са представени в табличен вид, като функция на радиуса или ъгъла в перспективния център. Ако искаме да определим дисторзионното изкривяване на изображението в точка с координати (x_p, y_p) постъпваме по следния начин:

Определяме радиуса :

$$r_p = (x_p^2 + y_p^2)^{1/2}. \quad (23)$$

От таблицата получаваме дисторзията dr_i за $r_i < r_p$ и dr_j за $r_j > r_p$. Дисторзията за r_p е интерполирана.

$$dr_p = (dr_j - dr_i) r_p / (r_j - r_i) \quad (24)$$

Корекциите в направление x и y са:

$$dr_x = (x_p/r_p) dr_p \quad (25)$$

$$dr_y = (y_p/r_p) dr_p$$

И накрая координатите на снимката трябва да се коригират по формули (26):

$$\begin{aligned} \mathbf{x}_p &= \mathbf{x}_p - d\mathbf{r}_x = \mathbf{x}_p (1 - d\mathbf{r}_p/r_p) \\ \mathbf{y}_p &= \mathbf{y}_p - d\mathbf{r}_y = \mathbf{y}_p (1 - d\mathbf{r}_p/r_p) \end{aligned} \quad (26)$$

Радиалната дисторзия може да се представи с израза:

$$d\mathbf{r} = p_0 r + p_1 r^3 + p_2 r^5 + \dots \quad (27)$$

Коефициентите p_i са получени с построяване на полиномна крива със стойностите на дисторзията. За да се избегнат грешки степента на полинома не трябва да надвишава девет.

В системите за обработка на изображенията са заложи условия, които позволяват промяна на яркостта, контраста и гама корекция (γ - ъгъл на наклона от графиката на яркостта спрямо хоризонталната ос), но тези корекции са възможни само за полето на цялото изображение.

Яркостта се изменя, като се промени параметъра, който определя яркостта на пиксела от формулата (28):

$$\rho_i = \varphi(\rho_i^d) + b \quad (28)$$

b - параметър определящ яркостта на пиксела

ρ_i^d - яркост на пиксела преди коригирането

ρ_i - яркост на пиксела след коригирането

$\varphi(\rho_i^d)$ - функция, определяща параметрите на преобразуване

При изменението на контраста се подчертават границите между областите в изображението, а с гама корекцията се увеличава или намалява детайлността в изображението.

Хистограмата показва как са разпределени пикселите в едно изображение, показвайки броя им във всяко ниво на интензивност на светлината. Хистограмата показва дали изображението носи достатъчно информация за сенките (показано в лявата част на хистограмата), средно-осветените места (по средата) и отблясъците (показани в дясната ѝ част), която да послужи при подобряване качеството на цифровото изображение. Хистограмата предлага множество варианти за преглед на информацията за осветеност и цвят на едно изображение. По подразбиране хистограмата показва светлинния обхват на цялото изображение.