

УНИВЕРСИТЕТ ПО АРХИТЕКТУРА, СТРОИТЕЛСТВО И ГЕОДЕЗИЯ
Международна юбилейна научно-приложна конференция УАСГ2012

15-17 НОЕМВРИ 2012
15-17 NOVEMBER 2012

International Jubilee Conference UACEG2012: Science & Practice
UNIVERSITY OF ARCHITECTURE, CIVIL ENGINEERING AND GEODESY

ПРЕДИМСТВА НА ЦИФРОВАТА ФОТОГРАМЕТРИЯ ПРЕД АНАЛОГОВИТЕ ФОТОГРАМЕТРИЧНИ ТЕХНОЛОГИИ

Пл.Малджански¹

Keywords: цифрови технологии, GIS системи

Research area: цифрова фотограмметрия

ABSTRACT

Comparative analysis between analog and digital technologies in photogrammetry is made. Highlighting the advantages of digital technologies in terms of: greater possibilities for managing and use of various types of data, corrections to the geometric model and introduction of systematic errors locally, process automation, expanded analysis of results of technological process, automatical formation of terrain data, detection of identical areas, etc.

РЕЗЮМЕ

Прави се сравнителен анализ между аналогови и цифрови технологии във фотограмметрията. Изтъкват се предимствата на цифровите технологии по отношение на: разширени възможности за обработка и ползване на различни типове данни, корекции върху геометричния модел и локално въвеждане на систематични грешки, автоматизация на процесите, разширен анализ на резултати от технологичен процес, автоматично формиране на данни за релефа, откриване на идентични области и др.

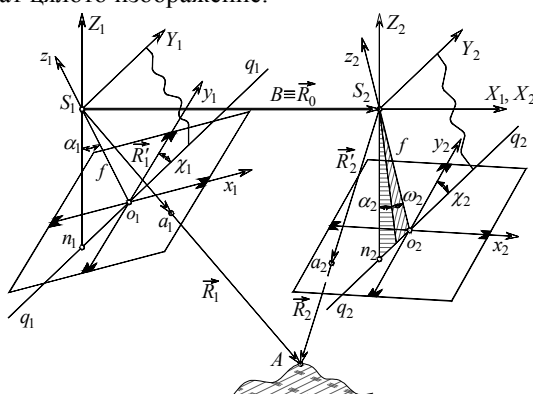
1. Увод

Цифровите технологии навлязоха в съвременната фотограмметрия като предоставиха на потребителите много нови възможности и предизвикателства по отношение на точност, технологии и разнообразие при подобряване на геометричния модел на формираното изображение. Цифровата фотограмметрия разшири технологичните възможности и сферите на приложение на класическата „аналогова фотограмметрия”. В статията се прави опит да се направи сравнителен анализ и обосновка на основните предимства на цифровата фотограмметрия пред класическите аналогови технологии.

¹ Пл. Малджански, e-mail maldjanp_fgs@uacg.bg

2.Цифрови технологии при двуобразната фотограметрия

Докато принципна постановка при двуобразната Аналоговата фотограметрия е построяването на аналогов модел от снимки, образуващи стереовойки (фиг.1) и използване на подходяща технологична последователност от действия за установяване на този модел, то при цифровите методи на обработка (в системите за цифрова фотограметрия) са създадени възможности за съкращаване на технологични процеси и подобряване на тяхната ефективност. При Аналоговите технологични схеми се използва оптико-механичен начин за определяне на елементите на относителното (взаимното) ориентирание и възможностите за нанасяне на систематични корекции към геометричния модел на формираното изображение са сравнително ограничени и обикновено засягат цялото изображение.

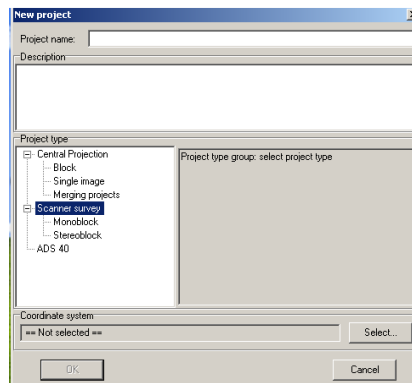


фиг.1.Създаване на аналогов модел в АКА

При цифровата фотограметрия се използват цифрови (разстерни) данни и алгоритми позволяващи локални въздействия в полето на изображението, което позволява постигане на по-голяма детайлност и прецизност при интерпретация на данните.

2.1.Поддържане на различни геометрични модели

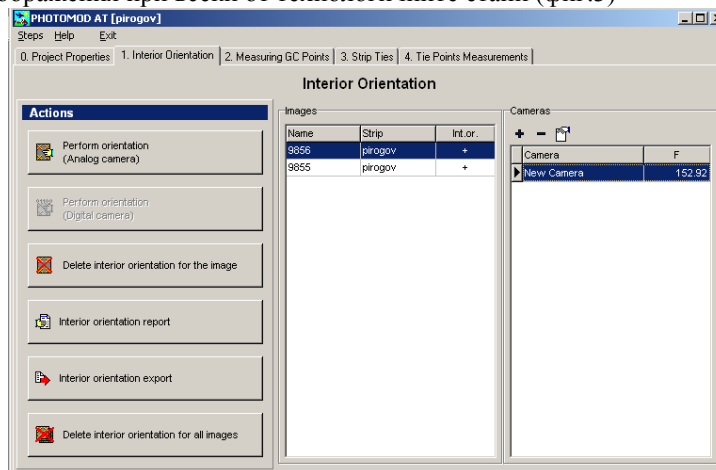
Повечето от АКА (аналогови картировъчни апарати) са конструирани така, че да възпроизведат конкретен геометричен модел на формираните изображения. Така например апаратите Топокарт, Стереометрограф, Технокарт и т.н. обработват само изображения, формиращи чрез централна перспектива. Характерното за такива изображения е, че всички регистрирани елементи в изображението са формиращи в един и същи момент от време. Това разбира се създава възможности за използване на строги и сравнително прости геометрични зависимости, описващи връзките между образни, моделни и геодезически координати. В системите за цифрова фотограметрия при дефиниране на проекта е възможно чрез една и съща система да се обработват изображения с различен геометричен модел на формиране. На (фиг.2) е илюстрирана тази възможност за системата FOTOMOD, където може да се обработват изображения както от централна перспектива, така и от сканерни и ADS 40 изображения, които имат различен геометричен модел на формиране.



фиг.2. Избор на геометричен модел във системата FOTOMOD

2.2. Възможности за отстраняване на систематични грешки

Характерно при системите за цифрова фотограметрия е възможността по-прецизно да се въвеждат систематичните грешки към геометричния модел на формираните изображения при всеки от технологичните етапи (фиг.3)

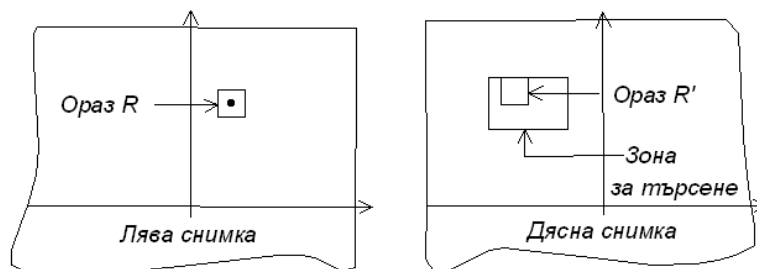


фиг.3. Ориентиране с модула AT на FOTOMOD

В резултат на използваната цифрова технология е възможно по-прецизно въвеждане на корекции заради дисторсията на обектива, атмосферната рефракция и кривината на Земята както при пред-обработката, така и на всеки от технологичните етапи при формиране на модела.

2.3. Възможност за автоматизирано изпълнение на вътрешното ориентиране

Важно предимство при цифровите технологии се явява и възможността за автоматизирано изпълнение на вътрешното ориентиране, откриване на точки и рамкови марки в изображението и автоматизирано извличане на данни за модела на терена.



фиг.4. Автоматизирано откриване на образи на точки

Автоматизираното откриване на точки се състои в следното: избира се от лявата снимка образа R във вид на прозорец с размери n, n пиксели в центъра на които се намира разглежданата точка; определяне зоната за търсене в дясната снимка с размери m, m ; съпоставяне на характеристиките за R и R' при условието:

$$\left| \vec{R}' - \vec{R} \right| = \min \quad (1)$$

При определяне на съответствието като критерии се използва коефициента на корелация (2)

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

ρ_0 и ρ_0' са средните яркости на елементите с характеристики;

ρ_i - яркост на разглеждания пиксел;

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-тесна 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 (2), 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 при цифровите технологии 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 прекриващите части от изображенията са перспективни проекции на една и съща територия от различни центрове на проектиране (при изображения

формирани с централна перспектива) за преобразуването на техните координати се използват формули за перспективна трансформация:

$$x = \frac{A_1x' + A_2z' + A_3}{C_1x' + C_2z' + 1} \quad z = \frac{B_1x' + B_2z' + B_3}{C_1x' + C_2z' + 1} \quad (3)$$

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

x, z - координати на точката от дясната снимка;

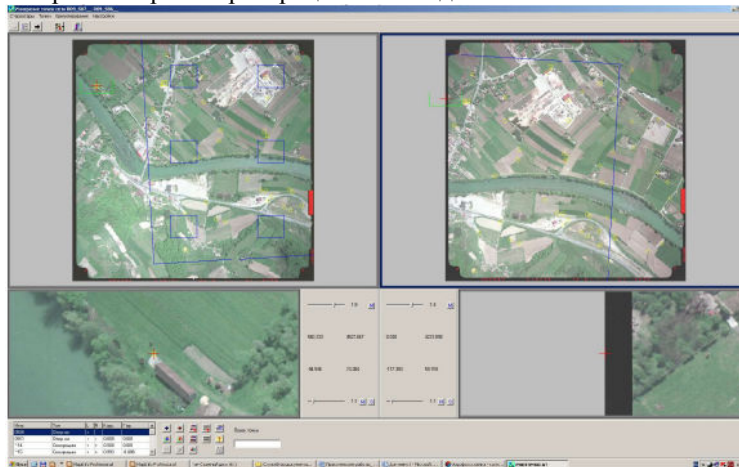
A_i, B_i, C_i - коефициенти на перспективна трансформация.

Във формули (3) се съдържат осем неизвестни параметри на трансформация, които могат да бъдат определени от четири двойки съответни точки от двете изображения.

При цифровите технологии може да се използват и други методи за автоматизирана идентификация на точки. По-важните от тях са:

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

При монокулярното измерване точността е един пиксел и зависи от геометричното разрешение. При стерео наблюдение може да бъде постигната подпикселна точност (фиг.5) чрез използване на цифрови функции за прецизно позициониране на мерната марка в прозореца за наблюдение.



фиг.5. Постигане на подпикселна точност при стереонаблюдение

3.Цифрови технологии при еднообразната фотограметрия

Основните предимства са при изпълнение на цифровото ортофототрансформиране и геометрична трансформация на изображения. Чрез цифровите технологии се създават предпоставки за по-точно използване на геометричния модел на формираното изображение на етапи от геометричната трансформация. Използването на цифров модел на теренната повърхнина е важна предпоставка за постигане на висока точност при цифровото трансформиране.

Необходимо е изображението и цифровия модел на терена да са в една и съща координатна система за да се интерполират коректно котите на точките при трансформацията и средната дължина на страна от фасетката (елементарна повърхнина в ЦМ) да се съгласува със стъпката на дискретизация.

Трансформирането с отчитане модела на повърхнината се извършва в следната последователност:

- изчисляване на координатите X, Z на центъра A на участъка за трансформиране в система на координати на местността OXZ (фиг. 6)
- определяне за A отдалечението и Y от модела на повърхнината;
- по формули (4) определяне положението на образа $a(x, z)$ и неговите
- координати от местността X, Y, Z при известни елементи на ориентиране $X_s, Y_s, Z_s, \alpha, \omega, \chi$;
- определяне по формули (4) координатите x_p, z_p в координатна система

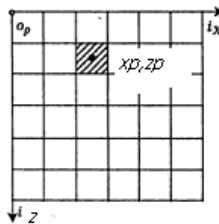
$$o_p i_x i_z ;$$

$$\begin{pmatrix} x \\ z \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a_0 \\ b_0 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} a_1 & a_2 \\ b_1 & b_2 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} x_p \\ z_p \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a_0 \\ b_0 \end{pmatrix} + P \begin{pmatrix} x_p \\ z_p \end{pmatrix} \quad (4)$$

$$x_p = i_x \times \Delta \quad i_x = x_p / \Delta$$

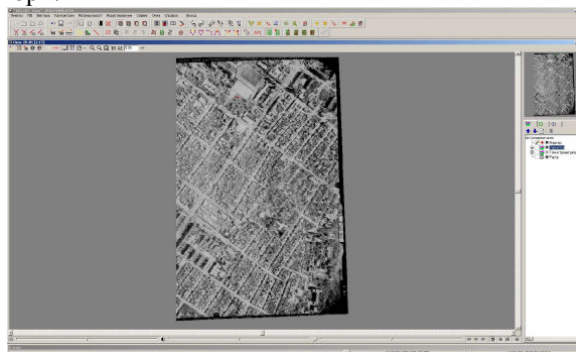
$$z_p = i_z \times \Delta \quad i_z = z_p / \Delta$$

Δ е геометричното разрешение на изображението;



фиг.6.Изчисляване на координатите X, Z на центъра A на участъка за трансформиране

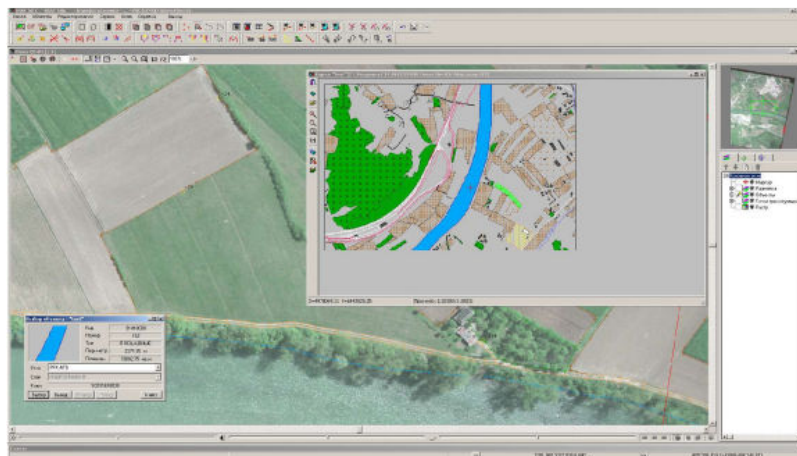
Крайният продукт *Цифровият ортофотоплан* (фиг.7) има редица предимства пред фотопланете получени по фотомеханичен начин с използването на фототрансформатори.



фиг.7.Ортофотоплан

4.Допълнителни възможности

Използването на цифрови данни дава допълнителни предимства на цифровите технологии. Цифровото изображение е кодирана цифрова матрица и оперирането с тези данни дава една допълнителна възможност на цифровите технологии, а именно възможността да се декодират и интерпретират тези данни. В основата на това разглеждане е възможността в изображението да се обособяват области с еднакво кодирани данни и да се прави своеобразно тематично картографиране. Чрез методите за класификация на изображения цифровите технологии постигат ново качествено ниво на процесите по автоматизиране на дешифрирането и създаване на тематични карти за различни цели, както и за мониторинг на бързо развиващи се процеси. Тематичните карти могат да бъдат векторизирани (фиг.8) и да се използват като слоеве в ГИС (Географски информационни системи).



фиг.8. Векторизиране на тематични карти

Повечето системи за цифрова фотограмметрия са пряко свързани с определени ГИС или създават векторни или разстерни слоеве към тях. Това е едно допълнително предимство на цифровите технологии в съвременното фотограмметрично производство и ги прави водещи при създаване на планове и карти.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Karl Kraus*, Photogrammetry, Geometry from images and laser scans, Том 1.
2. *Назаров А. С.*, Фотограмметрия, учебное пособие, Минск, Тетрасистемс, 2006
3. *Малджански, Пл*, Трансформиране на изображения и използване на цифрови филтри за целите на обучението по фотограмметрия, International Conference UACEG: Science & Practice, UNIVERSITY OF ARCHITECTURE, CIVIL ENGINEERING AND GEODESY, 2009;
4. *Maldzhanski, Pl*, Автоматизация на процесите по създаване на аналитични фотограмметрични модели, обработка на данни от цифрово картиране и цифрова обработка на изображения, SGEM, Албена, юни 2009;