

Aerofotogrametride Ayar İşleri

— (Geçen sayıdan devam) —

Yazan :
Yüks. Müh.
Kerim Evinay

Hava Fotogrametrisi mesahalarında hata teorisi

Stereofotogrametride normal hale ait denklemler :

$$\frac{1}{\delta} = \frac{Y}{b} = \text{Baz nisbeti}$$

yerlerine konulacak olursa :

$$(8) \quad dY = \frac{m_b}{\delta} \cdot dp$$

denklemleri elde edilir.

Pratikte, stereofotogrametri (havai ve arzi) mesahalarında hata teorisini tetkik için en mühim denklemler (6) ve (8) numaralı denklemlerdir.

(6) Numaralı denklemden kolaylıkla görülebileceği gibi arzi fotogrametride mesafe hatası (hava fotogrametrisinde rakım hatası dh) mesafenin karesile (hava fotogrametrisinde ise araziden uçuş irtifainin karesile) ve relatif mesafe sıhhatı (hava fotogrametrisinde relatif rakım sıhhatı) relatif paralaksa mesahası sıhhatile mütenasiptir.

Hava fotogrametrisi mesahalarında hata teorisini tetkik edebilmek için yukarıda verilen denklemler kâfi değildir. Bunun için son 15 sene içerisinde inkişaf eden hava fotogrametrisi hata teorisini tetkik etmek lâzım gelir. Bu son inkişafalar dahi kati şeklini almış değildir. Bu teoride bugün henüz cevaplandırılmayan taraflar mevcuttur.

Relatif ayar hata teorisi :

Presiz kıymetlendirme aletleriyle elde edilebilen relatif ayar neticelerini daha sıhhatli bir şekle sokmak ve muhtelif relatif ayar metotları arasındaki münasebetleri bulabilmek için ;

1 — Muhtelif oriyantasyon elemanlarının kabil olduğu kadar paralaksasız stereoskopik bir modelin teşekkülündeki tesirleri,

2 — Meçhul olan oriyantasyon elemanlarının tayinindeki vasatî hataları,

3 — Nihayet stereoskopik model içerisinde kalan ve gayri kabil ictinap olan oriyantasyon hatalarını bilmek lâzım gelir.

Bu sebeple, son zamanlarda relatif ayar hata teorisini tetkik için bir çok tecrübe ve tetkikler yapılmıştır.

Bir stereoskopik model dahilindeki altı veya daha fazla oriyantasyon noktalarında şakulî paralaksa ölçülerek bunlardan relatif ayarın beş unsurunu bulmak bir muvazene hesabı meselesidir. Burada oriyantasyon unsurları birbirlerine tabidir.

Meçhul olan oriyantasyon elemanlarının birbirlerine tabi oldukları nazarı itibare alınarak, şakulî hava fotoğraflarının relatif ayarlarında meçhul olan oriyantasyon elemanları için aşağıdaki vasatî hatalar W. K. Bachmann tarafından verilmiştir :

$$m_{\kappa} = \pm \frac{1}{b} \sqrt{1 + \frac{3h^4}{2a^4}} \cdot \frac{h}{f} \cdot m_o \cdot q^\circ$$

$$m_{\varphi} = \pm \frac{1}{\sqrt{2}} \cdot \frac{h}{ab} \cdot \frac{h}{f} \cdot m_o \cdot q^\circ$$

$$m_{\omega} = \pm \sqrt{\frac{3}{2}} \cdot \frac{h}{a^2} \cdot \frac{h}{f} \cdot m_o \cdot q^\circ$$

Yukarıki denklemlerde bütün vasatî hatalar Grad Dakikası cinsinden verilmiştir.

Bu denklemlerde :

b = Baz,

h = Araziden vasatî uçuş irtifai,

f = Resim mesafesi,

a = Ayar için kullanılan kenar noktalarının arazide tekabül ettikleri noktaların arazideki resim orta noktasından olan uzaklığı,

m_o = Fotoğraf (diapozitif cam) üzerinde şakulî paralaksa ölçülerinin vasatî hatası,

$q^\circ = 6366$ dır.

Bachmann, a göre ortaya konulan bu denklemler yalnız muayyen bir oriyantasyon metodu için tam manasile kabil tatbiktir.

Bachmann, a göre Relatif ayar metodu :

1 — 4 ve 6 numaralı ayar noktalarında ölçülen p_{v_4} ve p_{v_6} şakulî paralaksalarının vasatîsi bulunur. by vidasına bu vasatî kıymet tatbik olunur ve I numaralı projektörün (φ) tashihi 4 veya 6 noktasında yapılır.

Şakulî paralaksalar hesabı ayarda olduğu gibi by vidasını kullanmak suretile hassas bir şekilde ölçülebilir.

2 — Aynı şekilde 5 ve 3 numaralı ayar noktalarında ölçülen şakuli paralaksalar yardımıyla bulunacak,

$$\frac{1}{2} (p_{v3} + p_{v5})$$

kıymeti hesabedilerek by vidasına tatbik edilir ve II numaralı projektörün (ϕ) tashihi 3 veya 5 numaralı noktalardan birinde yapılır.

3 — Bundan sonra 1, 3 ve 5 ayar noktalarındaki şakuli paralaksalar ölçülür ve 1-3 ve 1-5 noktaları arasında hesabedilecek paralaksa farklarından (ω) için fazladan tashih miktarında nazarı itibare alınmak suretiyle (ω_1) tashihi yapılır.

4 — En son olarak resim ortalarında mevcut paralaksalar (α_1) ve (α_2) tashihlerle giderilir.

5 — Stereoskopik model dahilinde hiç bir paralaksa kalmayınca kadar ayara yine sırasıyla devam edilir.

Bachmann tarafından verilen vasatî hata denklemlerine misal olarak:

1 — $f = 200$ mm. Normal kamara için :

$$m_o = \pm 0.02 \text{ mm. ve}$$

$$h/a = h/b = 3$$

olduğuna göre :

Relatif ayardan sonra stereoskopik model içerisinde gayri kabil ictinap olarak kalan hata miktarları :

$$\underline{\underline{m_\alpha = \pm 21.1^c}}$$

$$\underline{\underline{m_\omega = \pm 7.0^c}}$$

$$\underline{\underline{m_\phi = \pm 4.0^c}}$$

olarak elde edilmiştir.

2 — $f = 100$ mm. açık zaviyeli kamara için :

$$m_o = \pm 0.02 \text{ mm. ve}$$

$$h/a = h/b = 1.5$$

olduğuna göre :

Relatif ayardan sonra stereoskopik model içerisinde gayri kabil ictinap olarak kalan hata miktarları :

$$\underline{\underline{m_\alpha = \pm 5.6^c}}$$

$$\underline{\underline{m_\omega = \pm 3.5^c}}$$

$$\underline{\underline{m_\phi = \pm 2.0^c}}$$

neticeleri elde edilmiştir.

Relatif oriyantasyonun tamamen bitirilmesinden sonra altı ayar noktasında gayri kabil ictinap olarak mevcut kalan paralaksa hatalarının miktarını gösteren Bachmann'ın en mühim formülü m_o şakuli paralaksa ölçüsündeki vasatî hatayı gösterdiğine göre :

$$m_1 = m_2 = \pm m_0$$

$$m_3 = m_4 = m_5 = m_6 = \pm m_0 \sqrt{3}$$

formüllerile elde edilen neticelerdir.

Bu denklemlerin manası :

1 Stereoskopik modelin 1 ve 2 ayar noktalarında yani ortalarında şakuli paralaksanın giderilmesi daha büyük bir sıhhatla yapılabilir. Bu kısımlarda mütebaki kalan şakuli paralaksa miktarları fotoğraf (diya-pozitif cam) üzerinde yapılan şakuli paralaksa ölçülerinin vasatî hatası olan m_0 kıymetine kadar düşürülebilir.

2 Stereoskopik modelin kenarlarında (3, 4, 5, ve 6 noktalarında) mütebaki kalan şakuli paralaksa miktarları nihayet $\sqrt{3} \cdot m_0$ miktarına kadar düşürülebilir. Yani :

Stereoskopik modelin kenarlarında mütebaki kalan ve gayri kabili ictinap olan paralaksa miktarları, şakuli paralaksa ölçülerinin vasatî hatası olan m_0 kıymetinden $\sqrt{3}$ misli büyüktür.

Bu durumu önlemek için m_0 kıymetinden daha hassas ölçülmesi için çareler aranmış ve 1938 senesinde stereoplanigraf âletinde ve sonraları diğer bazı kıymetlendirme âletlerinde diya-pozitifleri optik olarak döndürmek ve bu suretle şakuli paralaksaları ufki paralaksaya çevirmek ve bu ufki paralaksaları stereoskopik olarak daha büyük bir sıhhatla mesaha etmek için lâzım gelen tertibat Stereoplanigraf âletinde yapılmıştır. Fakat relatif ayarın bu şekilde yapılması pratikte revaç bulmamıştır.

Son yıllarda imal edilen Santoni Stereokartograf Mod. IV fotogrametri kıymetlendirme âletinde şakuli paralaksaları ufki paralaksaya çevirmek için optik döndürme tertibatı mevcuttur.

Relatif ayarın daha büyük bir sıhhatla yapılabilmesi için Bachmann'ın tavsiye ettiği metot :

Relatif ayar aynı kıymetlendirme âletinde beş defa arka arkaya tekrar edilmelidir.

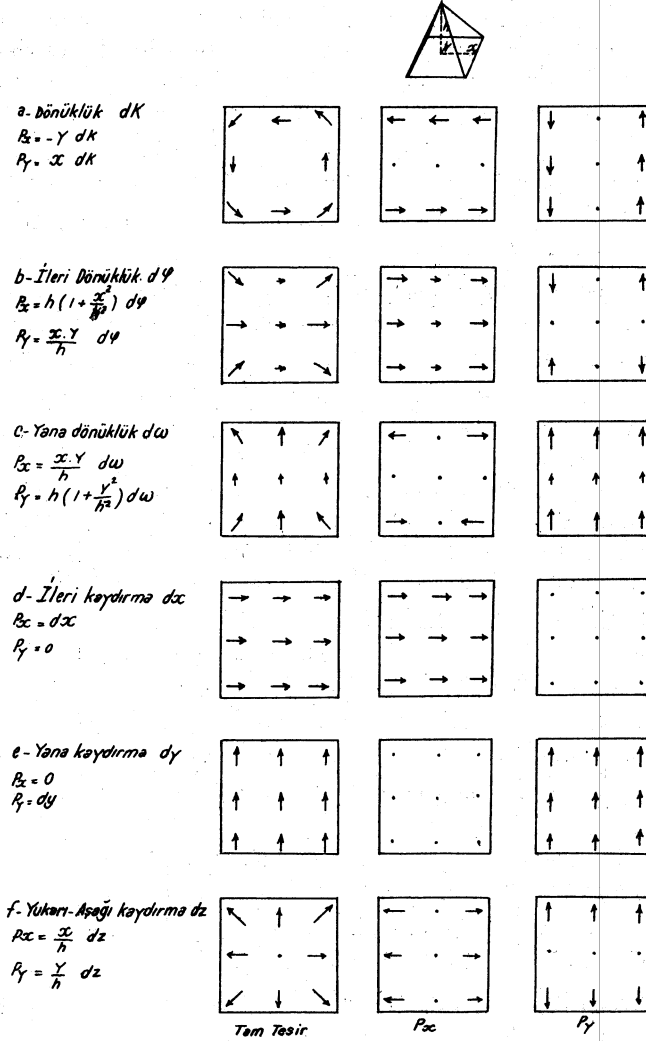
Her defaki relatif ayar sonunda elde edilen oriyantasyon unsurları kaydedilmeli ve vasatisî alınmalıdır.

Bu vasati kıymetler kıymetlendirme âletine tatbik edilerek bu stereoskopik modelin kıymetlendirilmesi yapılmalıdır.

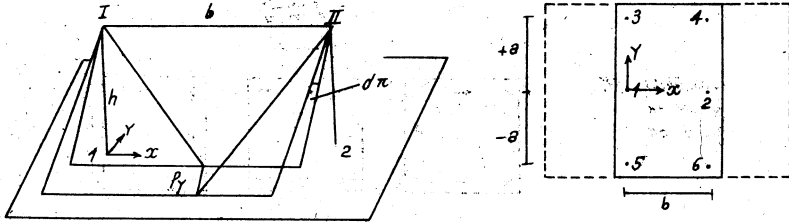
Bu türlü relatif ayar büyük bir zaman kaybına sebebiyet verir. Bundan mada neticelerin sıhhatla elde edilebilmesi için :

1 — Kullanılan kıymetlendirme âletinde relatif ayar yapılırken oriyantasyon unsurlarını tayin eden vidaların yataklarındaki hareketlerin çok muntazam,

Ayar elemanlarının tesirleri ve Ayar noktalarında
husule getirdikleri ufki ve şakuli paralekso miktarları



Şekil (1)



TABELÂ - I

Nokta	X	Y	dK_I	dK_{II}	$d\varphi_I$	$d\varphi_{II}$	$d\omega_I$	$d\omega_{II}$	$d\gamma_I$	$d\gamma_{II}$	dZ_I	dZ_{II}
1	0	0		-b			-h	+h	-1	+1		
2	+b	0	-b				-h	+h	-1	+1		
3	0	+h		-b		$-\frac{a \cdot b}{h}$	$-h(1 + \frac{a^2}{h^2})$	$+h(1 + \frac{a^2}{h^2})$	-1	+1	$-\frac{a}{h}$	$+\frac{a}{h}$
4	+b	+h	-b		$-\frac{a \cdot b}{h}$		$-h(1 + \frac{a^2}{h^2})$	$+h(1 + \frac{a^2}{h^2})$	-1	+1	$-\frac{a}{h}$	$+\frac{a}{h}$
5	0	-h		-b		$-\frac{a \cdot b}{h}$	$-h(1 + \frac{a^2}{h^2})$	$+h(1 + \frac{a^2}{h^2})$	-1	+1	$+\frac{a}{h}$	$-\frac{a}{h}$
6	+b	-h	-b		$+\frac{a \cdot b}{h}$		$-h(1 + \frac{a^2}{h^2})$	$+h(1 + \frac{a^2}{h^2})$	-1	+1	$+\frac{a}{h}$	$-\frac{a}{h}$

$$P_f = -x dK_I + (x-b) dK_{II} - \frac{xy}{h} d\varphi_I + \frac{(x-b)y}{h} d\varphi_{II} - h(1 + \frac{y^2}{h^2}) d\omega_I + h(1 + \frac{y^2}{h^2}) d\omega_{II} - d\gamma_I + d\gamma_{II} - \frac{y}{h} dZ_I + \frac{y}{h} dZ_{II}$$

Şekil (2)

2 — Oriyantasyon elemanlarının her ayar sonunda kıraatlarına mahsus verniyerlerin istenilen sıhhati tahakkuk ettirebilecek incelikte yapılmış olması lâzım geldiği unutulmamalıdır.

Yukarıki vasıfları haiz olmayan bir kıymetlendirme âletinde ; relatif ayarı beş defa arka arkaya tekrar edip bunların vasatisini kıymetlendirme âletine tatbik etmekte hiç bir fayda ve sıhhat derecesini arttırma temin edilmiş olmayabilir.

Stereoskopik modelin deformasyonları :

Relatif ayarın yapılması ve incelenmesinden sonra stereoskopik modelin ayarı sırasında gayri kabil ictinap olarak kalan mütebaki hatalar ; bu stereoskopik modelde bir takım deformasyonlar vücuda getirir.

Relatif ayarda mütebaki ve gayri kabil ictinap olarak kalabilecek hata miktarları bundan evvel verilmiş idi.

Şimdi her bir oriyantasyon elemanına ait hata miktarlarının stereoskopik modelde ne dereceye kadar bir deformasyon doğurabileceğini ve bu deformasyonların giderilmeleri için imkânları araştırmak icabeder.

Stereoskopik model deformasyonlarının gerek hava nirengisinde ve gerekse kıymetlendirme işlerinde ehemmiyeti vardır. Çünkü ; model deformasyonları hava nirengisinde her yeni konulan diyapozitif camın hakikatta fotoğraf alımı anında çekilmiş olduğu mevkii ve vaziyetini değiştireceği muhakkaktır.

Aşağıda yapılacak tahlillerde fotoğraf alımı anındaki ; resmin teşekkülüne yarayan şua huzmesinin sabit kaldığı ve fakat bu huzmenin yekvücut olarak relatif ayar elemanlarında mütebaki kalan hatalar yüzünden ; resim alma anındaki vaziyetinden ufak açılar kadar inhiraf etmiş olduğu kabul edilecektir.

Stereoskopik model deformasyonlarının analitik (Hesabî) olarak tetkiki :

Bir an için Relatif ayar tam manasile hatasız olarak yapılmış kabul edilerek projektörlerin almış oldukları vaziyetleri gösteren oriyantasyon elemanları :

Projektör I	Projektör II
x_1	x_2
φ_1	φ_2
ω_1	ω_2
x_f	x_g
y_1	y_2
z_1	z_2

olarak tesbit edilmiş olsun.

Bu ayar elemanlarında relatif ayardan sonra gayri kabil ictinap olarak mütebaki kalan ayar elemanları hatalarında :

Projektör I

$$\begin{aligned} dx_1 \\ d\varphi_1 \\ d\omega_1 \\ dx_1 \\ dy_1 \\ dz_1 \end{aligned}$$

Projektör II

$$\begin{aligned} dx_2 \\ d\varphi_2 \\ d\omega_2 \\ dx_2 \\ dy_2 \\ dz_2 \end{aligned}$$

olduğuna göre :

Takribi olarak şakülî ve aynı uçuş irtifaidan çekilmiş bulunan hava fotoğrafları diyopozitifleri ile elde edilen bir stereoskopik model içerisinde ve bu modelin her hangi bir noktasında sözü geçen oriyantasyon elemanları hatalarından dolayı husule gelecek deformasyon (rakım hatası) aşağıdaki denklemle riyazi olarak verilmiştir.

$$\begin{aligned} dh = & -\frac{h}{b} y dx_1 + \frac{h}{b} y dx_2 + \left(\frac{h^2}{b} + \frac{x^2}{b}\right) d\varphi_1 \\ & - \left(\frac{h^2}{b} + \frac{(x-b)^2}{b}\right) d\varphi_2 + \frac{xy}{b} d\omega_1 \\ & - \frac{x-b}{b} y d\omega_2 + \frac{h}{b} dx_1 - \frac{h}{b} dx_2 \\ & + \frac{x}{b} dz_1 + \left(1 - \frac{x}{b}\right) dz_2 \end{aligned}$$

Bu denklemde :

h = Uçuş irtifai, araziden,

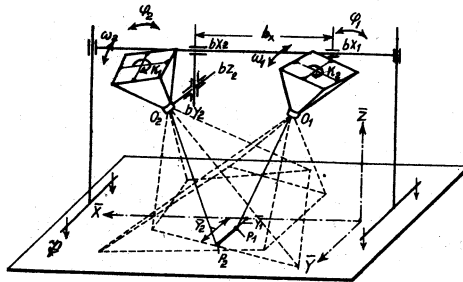
b = Müteakip iki hava fotoğrafı arasındaki baz,

dh = Deformasyon, rakım hatasıdır.

Bu denklemde koordine mebdei olarak Şekil (3) de görülebildiği gibi O_1 noktası alınmıştır.

Buna göre $O_1O_2 = X$ - Ekseni ve bu hatta O_1 noktasında dik olan hatda Y - Ekseni olarak kabul edilmiştir.

X, Y müstevisine O_1 noktasında dik olan hat ise Z - Eksenidir.



Şekil (3)