หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 4

วิเคราะห์ผลลัพธ์ที่ได้

4.1 คำนำ

จากการแปลงข้อมูลเชิงวิเคราะห์ด้วยการวัดสอบในตัวด้วยวิธีการลีสท์แควร์ ตามที่ได้กล่าวมาแล้วในหัวข้อ 3.4.2 จะได้ค่าคาดคะเนของตัวแปรสุ่มต่าง ๆ พร้อมด้วยค่าคาดคะเนของเมทริกซ์ของความแปรปรวนและความแปรปรวนร่วม ของปริมาณเหล่านั้น เพื่อเป็นการยืนยันผลการปรับแก้ ว่าใช้ได้หรือไม่ จึงต้องมีการวิเคราะห์ผลลัพธ์ที่ได้โดยใช้เทคนิคทางสถิติ ตามหลักการที่ได้กล่าวมาแล้ว ในหัวข้อ 2.2

4.2 ผลของการวิเคราะห์ทางสถิติหลังการปรับแก้

โดยการเปรียบเทียบค่าความแปรปรวนของน้ำหนักหนึ่งหน่วย ก่อนการปรับแก้(σ_0^2) กับค่าความแปรปรวนของน้ำหนักหนึ่งหน่วย หลังการปรับแก้($\hat{\sigma}_0^2$) โดยอาศัย χ^2 - test ผลของการปรับแก้แสดงอยู่ในตาราง 4.1 จากตารางที่ 4.1 ผลของการทดสอบทางสถิติ ยอมรับผลของการปรับแก้ทุก ๆ ชุดของภาพถ่าย

ตาราง 4.1 ผลการทดสอบทางสถิติ $\hat{\sigma}_0^2$ เทียบกับ σ_0^2

	focusing dist(ft)	r (n-u)	$\hat{\sigma}_0^2$	σ_0^2	χ_r^2	$\chi^2_{\alpha,r}$ $\alpha = 0.05$
Len 50 mm.	∞	161	$(0.005)^2$	$(0.005)^2$	161	190
	50	178	$(0.004)^2$	$(0.005)^2$	114	212
	30	178	$(0.004)^2$	$(0.005)^2$	114	212
	15	169	$(0.004)^2$	$(0.005)^2$	108	200
Len 150 mm.	∞	204	$(0.004)^2$	$(0.005)^2$	130	234
	100	148	$(0.005)^2$	$(0.005)^2$	148	176
	50	127	$(0.005)^2$	$(0.005)^2$	127	154
	30	98	$(0.005)^2$	$(0.005)^2$	98	124

ตาราง 4.2 ผลของการแปลงข้อมูลเชิงวิเคราะห์ด้วยการวัดสอบในตัว

Lens	Focus (ft.)	Number of ground control	Number of check points	Residual at image points [RMS in mm]		Residual parallaxes at object points [RMS in m]			Residual parallaxes at check points [RMS in m]			Remark
				X	Y	X	Y	Z	X	Y	Z	
Len 50 mm.	∞	29	13	0.002	0.004	0.003	0.002	0.0006	0.003	0.002	0.001	
	50	34	10	0.002	0.004	0.002	0.001	0.0006	0.004	0.002	0.002	
	30	34	10	0.002	0.004	0.003	0.001	0.0006	0.002	0.003	0.002	
	15	31	13	0.002	0.003	0.003	0.001	0.0007	0.003	0.004	0.002	
Len 150 mm.	∞	27	20	0.003	0.004	0.003	0.001	0.0009	0.003	0.003	0.001	
	100	23	16	0.002	0.003	0.003	0.001	0.0010	0.003	0.003	0.001	
	50	31	7	0.003	0.003	0.003	0.001	0.0009	0.004	0.004	0.001	
	30	25	6	0.003	0.003	0.002	0.001	0.0006	0.004	0.004	0.001	

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง 4.2 (ต่อ)

Lens	focus (ft.)	Number of ground control	Number of check points	Standard error at ground control (m)			Standard error at check points (m)			Remark
				X	Y	Z	X	Y	Z	
Lens 50 mm.	∞	29	13	0.002	0.002	0.0007	0.002	0.002	0.0010	
	50	34	10	0.001	0.002	0.0006	0.002	0.003	0.0009	
	30	34	10	0.001	0.002	0.0006	0.001	0.002	0.0009	
	15	31	13	0.001	0.002	0.0006	0.001	0.002	0.0009	
Lens 150 mm.	∞	27	20	0.001	0.002	0.0006	0.001	0.003	0.0007	
	100	23	16	0.002	0.003	0.0007	0.001	0.003	0.0007	
	50	31	7	0.002	0.002	0.0006	0.001	0.004	0.0009	
	30	25	6	0.002	0.002	0.0006	0.001	0.003	0.0007	

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.3 การวิเคราะห์ความเหมาะสมของรูปจำลองทางคณิตศาสตร์ของความเพี้ยนมีระบบของจุดภาพ

ผลจากการปรับแก้ตามหัวข้อ 3.4.2 ได้ผลตามที่สรุปไว้ในตารางที่ 4.2 ดังนี้

1. ค่า Standard erroe ของจุดควบคุมและจุดตรวจสอบมีค่าดีขึ้นกว่าค่าที่ได้จากการสำรวจรังวัดในสนาม

2. ค่าเฉลี่ยรากที่สองของเศษคงเหลือ(RMS) ของค่าพิกัดภาพถ่ายทาง x มีค่าอยู่ระหว่าง 0.002-0.003 มม. และทาง y มีค่าอยู่ระหว่าง 0.003-0.004 มม.

แสดงให้เห็นว่ารูปจำลองทางคณิตศาสตร์ที่นำมาใช้เพื่อแก้ไข ความเพี้ยนมีระบบของจุดภาพมีความเหมาะสม

4.4 การวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์ของการจัดภาพภายในและภายนอก

จากการปรับแก้ด้วยวิธีการ Photo-variant selfcalibration จะได้ค่าพารามิเตอร์ ของการจัดภาพภายในและภายนอกในแต่ละชุดของภาพถ่าย ณ.ระยะโฟกัสต่างๆ ตามตารางของภาคผนวก ข1. ประกอบด้วยพารามิเตอร์ 16 ตัวต่อภาพคือ $x_0, y_0, c, A, B, K_1, K_2, K_3, P_1, P_2, X_0, Y_0, Z_0, \varkappa, \varphi$ และ ω ในขั้นตอนการแปลงข้อมูลในหัวข้อ 3.4.2 ได้กำหนดให้ x_0, y_0, c เป็นค่าพารามิเตอร์ที่ทราบมาล่วงหน้าพร้อมกับค่าความแปรปรวนของค่าเหล่านั้น พารามิเตอร์ตัวอื่นๆ กำหนดให้เป็น free unknown parameters ลักษณะของพารามิเตอร์ในแต่ละชุดของภาพถ่ายมีดังนี้

1. ค่าพิกัดของจุดมุขยสำคัญ (x_0, y_0)

ค่าที่ได้หลังการปรับแก้เป็นค่าที่อ้างอิงกับระบบพิกัดของเครื่องวัดพิกัดภาพถ่าย โดยใช้ค่าประมาณจากค่าเฉลี่ยของพิกัดของจุดมุมภาพที่อยู่ตรงกันข้ามในแนวทะแยงมุมและได้กำหนดให้มีค่าStandard error = ± 0.100 มม. ค่พิกัดของจุดมุขยสำคัญของแต่ละภาพ จึงเป็นอิสระจากกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับการวัดพิกัดของภาพนั้นๆ

2. ค่าระยะมุขยสำคัญหลังการปรับแก้(c)

ค่า c ที่ได้จากการปรับแก้มีค่าใกล้เคียงกัน โดยคำนวณจากค่าประมาณ nominal focal length โดยให้มีค่าStandard error = ± 0.100 มม.

3. ค่าพารามิเตอร์ของการบิดรูปของฟิล์มและการไม่ตั้งได้ฉากของแกนเครื่องวัดพิกัดภาพถ่าย (A,B)

ค่า A และ B ที่ได้จากการปรับแก้ของภาพชุดต่าง ๆ มีค่าแตกต่างกัน ทั้งนี้อาจมีสาเหตุมาจากลักษณะการยืดหดและความไม่แบนราบของภาพถ่ายแตกต่างกัน

4. ค่าพารามิเตอร์ของความเพี้ยนตามแนวรัศมี (K_1, K_2, K_3)

ค่า K_1, K_2, K_3 ของภาพถ่ายแต่ละชุด ณ ระยะโฟกัสต่าง ๆ ให้รูปโค้งของความเพี้ยนต่างกัน ยกเว้นชุดของภาพถ่ายจากเลนส์ 150 มม. ระยะโฟกัส 30 ft. (รูปที่ 3.20 ง.) โค้งความเพี้ยนที่ได้จากภาพถ่าย 4 ภาพ เกือบทับกันสนิท และจากการปรับแก้ ทำให้ทราบลักษณะของความเพี้ยนตามแนวรัศมีของเลนส์ทั้ง 2 ชนิด โดยมีค่าความเพี้ยนในทิศทางที่ตรงกันข้าม และเลนส์ 50 มม. มีค่าความเพี้ยนตามแนวรัศมีสูงกว่าเลนส์ 150 มม. ค่าของความเพี้ยนที่คำนวณได้จากสมการโพลิโนเมียนกำลังคี่ มีค่าเกินความเป็นจริง ทั้งนี้เนื่องจากความคลาดเคลื่อนมีระบบอื่น ๆ ที่เกิดในลักษณะเดียวกันกับ odd order polynomial รวมอยู่ด้วย

5. ค่าพารามิเตอร์ของความเพี้ยนตามแนวเส้นสัมผัส (P_1, P_2)

ค่า P_1 และ P_2 ที่ได้จากการปรับแก้ มีค่าแตกต่างกัน และปริมาณของความเพี้ยนของเลนส์แต่ละชนิด มีค่าใกล้เคียงกันดังรูป 3.21 และ 3.22 มีขนาดที่ไม่สามารถจะละเลยได้

6. ค่าพารามิเตอร์ของการจัดภาพภายนอก ($X_0, Y_0, Z_0, \kappa, \varphi$ และ ω)

ค่า $X_0, Y_0, Z_0, \kappa, \varphi$ และ ω ของภาพถ่ายที่ถ่าย ณ จุดถ่ายภาพตำแหน่งเดียวกัน มีค่าใกล้เคียงกัน

สาเหตุที่เป็นไปได้ที่ทำให้ค่าพารามิเตอร์ของภาพแต่ละชุดออกมาในลักษณะที่แตกต่างกัน อาจมีสาเหตุเนื่องมาจากกล้อง Hasselblad 500 EL/M เป็นกล้องที่จัดอยู่ในประเภทแบบทั่วไป (non-metric camera) ในการสร้างกล้องชนิดนี้ จะเน้นหนักในเรื่องคุณภาพของภาพเป็นสำคัญและจำเป็น คือ ค่าพิกัดของจุดมุขยสำคัญและค่าระยะมุขยสำคัญ ณ ระยะโฟกัสต่าง ๆ ค่าที่ใช้เป็นค่าประมาณและค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน เป็นค่าที่ทดลองกำหนดขึ้นเอง วิธีการแปลงข้อมูล เป็นวิธีการในทางคณิตศาสตร์ โดยสร้างรูปจำลองเชิงคณิต เพื่อใช้แทนความคลาดเคลื่อนมีระบบต่าง ๆ และกำหนดให้ค่า x_0, y_0, c เป็นค่าที่ทราบมาล่วงหน้าพร้อมกับค่าความแปรปรวนของมัน ทำให้ค่าเหล่านี้ขาดอิสระในการปรับตัวของมันเอง เมื่อมีการควบคุม x_0, y_0, c ให้เปลี่ยนแปลงได้ในย่านจำกัด ค่าพารามิเตอร์ตัวอื่นก็จะปรับตัวของมันเอง เพื่อให้สภาพของสมการสภาวะร่วมเส้นเป็นจริงมากที่สุด จึงทำให้พารามิเตอร์อื่น ๆ แตกต่างกัน