การวัดสอบกล้องถ่ายรูปฮัสเซลบลัด 500 อีแอล/เอ็ม ในสนาม

พันตรี รณชัย บำเพ็ญอยู่

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
ภาควิชาวิศวกรรมสำรวจ
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
พ.ศ. 2529

ISBN 974-566-581-9

013366 | 1 17074332

A TEST - FIELD CALIBRATION OF A HASSELBLAD 500 EL/M

Major Ronnachai Bampenyu

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Engineering

Department of Survey Engineering

Graduate School

Chulalongkorn University

1986

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การวัดสอบกล้องถ่ายรูปฮัสเซลบลัด 500 อีแอล/เอ็ม ในสนาม
โดย	พันตรี รณชัย บำเพ็ญอยู่
ภาควิชา	วิศวกรรมสำรวจ
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ดร.วิชา จิวาลัย
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สุทธิพงศ์ วิญญประดิษฐ์

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....

(รองศาสตราจารย์ ดร.สรชัย พิศาลบุตร)

รักษาการในตำแหน่งรองคณบดีฝ่ายวิชาการ

ปฏิบัติราชการแทนรักษาการในตำแหน่งคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

.....ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ มีชัย ไชยสระแก้ว)

.....กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.วิชา จิวาลัย)

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สุทธิพงศ์ วิญญประดิษฐ์)

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชูเกียรติ วิเชียรเจริญ)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การวัดสอบกล้องถ่ายรูปฮัสเซลบลัด 500 อีแอล/เอ็ม ในสนาม
ชื่อนิสิต	พันตรี รณชัย บำเพ็ญอยู่
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ดร.วิชา จิวาลัย
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สุทธิพงศ์ วิญญประดิษฐ์
ภาควิชา	วิศวกรรมสำรวจ
ปีการศึกษา	2528

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ เป็นการศึกษาลักษณะสมบัติในเชิงเรขาคณิตของกล้องฮัสเซลบลัด 500 อีแอล/เอ็ม เมื่อใช้กับเลนส์ 2 ชนิด ที่มีอยู่คือ 150 มม. และ 50 มม. ซึ่งถือว่าเป็นกล้องแบบทั่วไป มิใช่กล้องเชิงคณิต ในการวัดสอบได้ใช้สนามวัดสอบที่สร้างขึ้นในบริเวณสนามกีฬาจุฬาลงกรณ์ ซึ่งประกอบด้วยเป้าที่ทราบค่าพิกัดฉากจำนวนหนึ่ง และในการคำนวณ ได้ใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ในรูปของการวัดสอบในตัว พารามิเตอร์ของเรขาคณิตของกล้องประกอบด้วยค่าพิกัดของจุดมุขยสำคัญ ความยาวโฟกัส ความเพี้ยนตามแนวรัศมี ความเพี้ยนตามแนวเส้นสัมผัส การบิดตัวแบบสัมพรรค โดยคำนวณจากภาพถ่ายที่ถ่ายจากตำแหน่งถ่ายภาพ 2 ตำแหน่ง ๆ ละ 2 ภาพ และพารามิเตอร์ดังกล่าวเหล่านี้ของแต่ละภาพเป็นอิสระต่อกัน

ผลการวัดสอบ พบว่ากล้องถ่ายภาพกับเลนส์ทั้ง 2 ชนิด มีเสถียรภาพน้อยกว่ากล้องถ่ายภาพเชิงคณิตทั่ว ๆ ไป แต่มีความเพี้ยนที่สามารถแทนด้วยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์อยู่ในเกณฑ์ที่ใช้ประยุกต์กับงานสำรวจได้ เมื่อปรับโฟกัสที่ระยะต่าง ๆ กัน ค่าพารามิเตอร์ที่แสดงถึงเรขาคณิตภายในของแต่ละกรณี จะมีค่าแตกต่างกันไป แต่ยังคงรูปแบบในลักษณะเดิม

Thesis Title A Test-field Calibration of A Hasselblad 500 EL/M

Name Major Ronnachai Bampenyu

Thesis Advisor Associate Professor Wicha Jiwalai, Ph.D.

Thesis Co-Advisor Assistant Professor Soottipong Winyoopradist

Department Survey Engineering

Academic Year 1985

ABSTRACT

The aim of this research is to study the geometrical characteristics of the Hasselblad 500 EL/M camera with its 150 mm. and 50 mm. lenses which is considered to be a non metric camera. The experiment has been conducted at a test field in the Chulalongorn Stadium consisting of targets of known ground rectangular coordinates. The mathematical model is based on the self-calibration concept. Parameters of the interior geometry are principal point coordinates, focal length, radial distortion, tangential distortion and affinity. Two photographs each from two stations are employed in the calibration and the interior orientation parameters of each photograph are treated as photo variant.

It was found that the camera is not as stable as normal metric camera. But its distortion and affinity could be remarkably represented by the chosen mathematical model and can be employed in the photogrammetric applications. It was also found that the interior orientation parameters change their magnitudes but maintain the form when the focusing distances are altered.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จได้ด้วยความกรุณาของคณาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมสำรวจทุกท่าน ที่ได้สั่งสอนให้ความรู้ คำแนะนำ โดยเฉพาะอย่างยิ่งผู้เขียนขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.วิชา จิวาลัย อาจารย์ที่ปรึกษา ที่กรุณาแนะนำแก้ไขในการเขียนโดยตลอด ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สุทธิพงศ์ วิญญประดิษฐ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชูเกียรติ วิเชียรเจริญ ที่ได้กรุณาแนะแนวในการดำเนินการแก้ไข

ขอขอบพระคุณกรมแผนที่ทหารและกรมการศึกษาวิจัย กองบัญชาการทหารสูงสุด ที่กรุณาอนุเคราะห์วัสดุ อุปกรณ์และทุนการศึกษาตามลำดับ ขอขอบคุณ ร.ท.ปรัชญา นครเก่า ร.ท.กฤษณ์ บัณฑิต ร.ท.หัสดี วงษ์อิศเรศ ที่มีส่วนช่วยเหลือในการเก็บรวบรวมข้อมูล

ขอขอบพระคุณสำนักงานสถิติการเกษตร ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการใช้คอมพิวเตอร์ ตลอดจนเจ้าหน้าที่ทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือ ให้คำปรึกษา

ขอขอบพระคุณ คุณลดาวัลย์ มีศีล ที่กรุณาสละเวลาช่วยพิมพ์วิทยานิพนธ์ ตลอดจนทุกท่านที่มีส่วนช่วยให้วิทยานิพนธ์สำเร็จลงด้วยดี.

พ.ต.รณชัย บำเพ็ญอยู่

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ฆ

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ง

กิตติกรรมประกาศ ..... จ

รายการตารางประกอบ ..... ช

รายการรูปประกอบ ..... ฌ

บทที่

1 บทนำ 1

1.1 ความสำคัญของปัญหา 1

1.2 วัตถุประสงค์ 4

1.3 ขอบเขตของการวิจัย 4

1.4 ขั้นตอนของการวิจัย 5

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 6

2 หลักและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องของการแปลงข้อมูลเชิงวิเคราะห์ด้วยการวัดสอบในตัว 7

2.1 คำนำ 7

2.2 ผลงานวิจัยการวัดสอบกล้องถ่ายภาพภาคพื้นดินที่ผ่านมา 8

2.3 ประเภทของการปรับแก้บลอดด้วยลำแสงของการวัดสอบในตัว. 12

2.4 วิธีการปรับแก้และรูปจำลองทางคณิตศาสตร์ของความเพี้ยนมีระบบของจุดภาพที่ใช้ในการทำวิจัย 12

2.5 หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องของการแปลงข้อมูลเชิงวิเคราะห์ด้วยการวัดสอบในตัว 13

2.5.1 ความเพี้ยนของเลนส์ 14

2.5.2 การบิดรูปของฟิล์ม 16

สารบัญ (ต่อ)

บทที่		หน้า
	2.6 การทดสอบความแปรปรวนของน้ำหนักหนึ่งหน่วยหลังการปรับแก้	20
	2.7 การแสดงโค้งความเพี้ยนในรูปของกราฟ	22
	2.7.1 การแสดงโค้งความเพี้ยนตามแนวรัศมี	22
	2.7.2 การแสดงโค้งความเพี้ยนอสมมาตร	23
	2.8 หลักการทั่วๆ ไปของการถ่ายภาพและลักษณะสมบัติของกล้อง .	24
	2.8.1 หลักการทั่วๆ ไป ของการถ่ายภาพ	24
	2.8.2 ลักษณะสมบัติของกล้องฮัสเซลบลัด 500 อีแอล/เอ็ม โดยทั่วๆ ไป	24
3	ขั้นตอนของการดำเนินการวิจัย.....	26
	3.1 การวางแผนในการเก็บรวบรวมข้อมูลในสนาม	26
	3.1.1 การสำรวจสังเขป	26
	3.1.2 การวางแผนในการถ่ายภาพและการติดตั้งเป้า	26
	3.1.3 การวางแผนในการรังวัดหาค่าพิกัดของจุดควบคุม ..	28
	3.2 การเก็บรวบรวมข้อมูลในสนาม	30
	3.2.1 การถ่ายภาพ	30
	3.2.2 การวัดระยะและวัดมุม	30
	3.2.3 การถ่ายระดับด้วยกล้องระดับ	32
	3.3 การเตรียมข้อมูล.....	32
	3.3.1 การวัดค่าพิกัดภาพถ่าย	32
	3.3.2 การคำนวณปรับแก้เพื่อหาค่าพิกัดของจุดควบคุม	40
	3.3.2.1 การคำนวณปรับแก้เพื่อหาค่าพิกัดทางราบของจุดควบคุมหลัก	40

สารบัญ (ต่อ)

บทที่		หน้า
	3.3.2.2 การคำนวณปรับแก้เพื่อหาค่าพิกัดทางราบของจุดควบคุมภาพถ่าย.....	47
	3.3.2.3 การคำนวณเพื่อหาค่ากำหนดสูงของจุดควบคุม.....	54
	3.4 การแปลงข้อมูลเชิงวิเคราะห์ด้วยการวัดสอบในตัว	55
	3.4.1 การหาค่าประมาณของพารามิเตอร์.....	55
	3.4.2 การแปลงข้อมูลเชิงวิเคราะห์ด้วยการวัดสอบในตัว	60
4	วิเคราะห์ผลลัพธ์ที่ได้	78
	4.1 คำนำ.....	78
	4.2 ผลของการวิเคราะห์ทางสถิติหลังการปรับแก้.....	78
	4.3 การวิเคราะห์ความเหมาะสมของรูปจำลองทางคณิตศาสตร์ของความเพี้ยนมีระบบของจุดภาพ.....	81
	4.4 การวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์.....	81
5	สรุปผลการดำเนินการวิจัย.....	83
	5.1 วิธีการแปลงข้อมูลที่เหมาะสมกับกล้องถ่ายภาพแบบทั่วไป..	83
	5.2 การนำกล้องถ่ายภาพ Hasselblad 500 EL/M ไปประยุกต์ใช้กับงานสำรวจจากภาพถ่ายเชิงอุปมาน	84
	5.3 อุปสรรคในการดำเนินการวิจัย.....	84
	5.4 ข้อเสนอแนะ.....	84
เอกสารอ้างอิง.....		85
ภาคผนวก.....		
	ก. ตารางที่เกี่ยวข้องกับการแปลงข้อมูล.....	88
	ข. ค่าพารามิเตอร์ หลังการปรับแก้.....	128
ประวัติผู้เขียน.....		141

รายการตารางประกอบ

ตารางที่		หน้า
3.1	การถ่ายภาพ ณ ระยะโฟกัสต่าง ๆ	31
3.2	แสดงการวัดมุมราบของโครงข่ายสามเหลี่ยม	34
3.3	แสดงการวัดระยะของโครงข่ายสามเหลี่ยม	35
3.4	แสดงการทำระดับ	36
3.5	แสดงการวัดค่าพิกัดภาพถ่าย	39
3.6	แสดงผลของการปรับแก้เพื่อหาค่าพิกัดของจุดควบคุมหลักหลังจากเปลี่ยนค่าน้ำหนัก	47
3.7	ผลการปรับแก้เพื่อหาค่าพิกัดของจุดควบคุมภาพถ่าย	54
4.1	ผลการทดสอบทางสถิติ $\hat{\sigma}_0^2$ เทียบกับ $\tilde{\sigma}_0^2$	78
4.2	ผลการแปลงข้อมูลเชิงวิเคราะห์ด้วยการวัดสอบในตัว	79

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการรูปประกอบ

รูปที่		หน้า
1.1	ผังงานขั้นตอนการวิจัย	5
2.1	ความเพี้ยนมีระบบของจุดภาพในลักษณะต่าง ๆ	11
2.2	แสดงวิธีการปรับโค้งความเพี้ยนตามแนวรัศมี	23
2.3	กล้องถ่ายรูป Hasselblad 500 EL/M	25
3.1	ลักษณะของเป้าที่ใช้	26
3.2	สนามทดสอบที่ได้ติดตั้งเป้าเรียบร้อย	27
3.3	ลักษณะของโครงข่ายสามเหลี่ยม	29
3.4	อุปกรณ์ที่ใช้ในการหาค่าพิกัดฉากระนาบ	33
3.5	อุปกรณ์ที่ใช้ในการทำระดับ	37
3.6	Zeiss Planicomp C 100	38
3.7	แสดงจุดมุมภาพและจุดควบคุมภาพถ่าย	39
3.8	ลักษณะของมุมภายในและระยะโครงข่ายสามเหลี่ยม	40
3.9	กราฟสำหรับหาจำนวนแก้เนื่องจากสภาพบรรยากาศ	41
3.10	ลักษณะของการวัดมุมราบ	43
3.11	flow chart ของการปรับแก้ค่าพิกัดของจุดควบคุมหลัก	46
3.12	การหาค่าประมาณของพิกัดของจุดควบคุมหลัก	46
3.13	flow chart ของการปรับแก้ค่าพิกัดของจุดควบคุมภาพถ่าย	52
3.14	การหาค่าประมาณพิกัดของจุดควบคุม	53
3.15	Spirit leveling	54
3.16	แสดงการคำนวณพิกัดของจุดมุขยสำคัญ	58
3.17	flow chart ของการคำนวณด้วยวิธี Single photo resection	61

รายการรูปประกอบ

รูปที่		หน้า
3.18	flow chart ของการแปลงข้อมูล.....	67
3.19	โค้งความเพี้ยนตามแนวรัศมีของเลนส์ 50 มม.	68
3.20	โค้งความเพี้ยนตามแนวรัศมีของเลนส์ 150 มม.	72
3.21	โค้งความเพี้ยนตามแนวเส้นสัมผัสของเลนส์ 50 มม.	76
3.22	โค้งความเพี้ยนตามแนวเส้นสัมผัสของเลนส์ 150 มม.	77

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย