

## บทที่ 3

### วิธีดำเนินการวิจัย

#### 3.1 คำนำ

วิธีการดำเนินงานวิจัยการวัดสอบกล้องถ่ายภาพ ในงานวิจัยใช้กล้องถ่ายภาพดิจิทัล คีซี 240 ขยาย เพื่อต้องการคุณลักษณะของกล้องโดยการหาค่าประกอบของการจัดภาพ วิธีการดำเนินงานวิจัยเพื่อให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ ประกอบด้วย สนามวัดสอบ กล้องถ่ายภาพดิจิทัล และการเขียนการคำนวณปรับแก้หาค่าประกอบการจัดภาพ

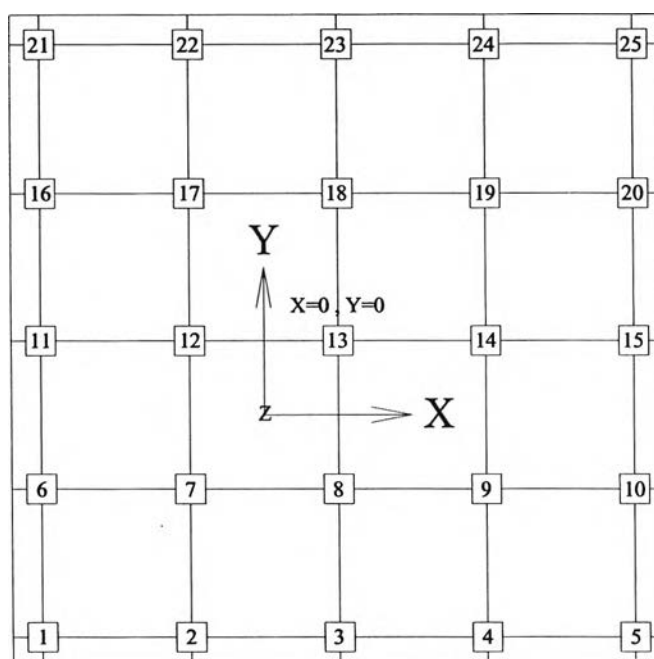
สนามวัดสอบ สร้างขึ้นสำหรับการถ่ายภาพ ให้ทราบค่าพิกัดของจุดควบคุมการถ่ายภาพ และตำแหน่งการวัดของสนามวัดสอบ ฉะนั้นสนามวัดสอบที่สมมุติขึ้นจึงต้องคำนึงถึงความถูกต้องของตำแหน่งพิกัด การออกแบบสนามวัดสอบประกอบด้วย จุดให้สัญญาณหรือตำแหน่งของเป้าสำหรับการวัดค่า และแผ่นสนามวัดสอบที่สามารถสมมุติค่าพิกัดได้แน่นอน

กล้องถ่ายภาพดิจิทัล เป็นอุปกรณ์เครื่องมือที่สำคัญในการทำงานวิจัย ในงานวิจัยใช้กล้องถ่ายภาพดิจิทัล โกดัก คีซี 240 ขยาย สำหรับการถ่ายภาพหาข้อมูลภาพถ่ายดิจิทัล เพื่อนำมาวิเคราะห์ข้อมูลหาค่าประกอบการจัดภาพของกล้องถ่ายภาพ การใช้กล้องถ่ายภาพดิจิทัลจะต้องศึกษาวิธีการและขบวนการของกล้องถ่ายภาพดิจิทัล เช่นการตั้งค่าต่างๆ ของกล้อง และการนำข้อมูลภาพถ่ายเข้าคอมพิวเตอร์ การถ่ายภาพ เป็นการเก็บข้อมูลภาพถ่าย จะต้องคำนึงวิธีการถ่ายภาพ และตำแหน่งสำหรับการถ่ายภาพ ข้อมูลภาพถ่ายที่ได้เป็นข้อมูลภาพถ่ายดิจิทัล ซึ่งจะต้องนำมาโอนถ่ายเข้าสู่คอมพิวเตอร์ เพื่อใช้ในการวิเคราะห์หาข้อมูลต่อไป

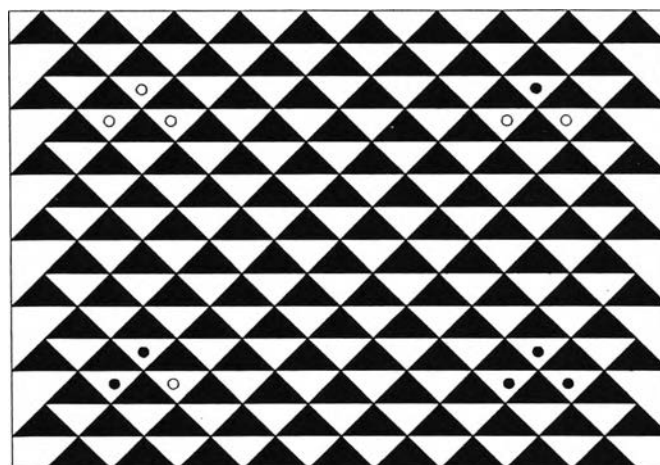
การเขียนการคำนวณปรับแก้หาค่าประกอบการจัดภาพ การเขียนการคำนวณใช้เครื่องมือที่มีอยู่แล้วบนโปรแกรม Mathematica4.0 ซึ่งเป็นเครื่องมือการคำนวณทางคณิตศาสตร์นำมาประยุกต์ใช้ในการเขียนโปรแกรมการปรับแก้ โดยวิธีลีสท์สแควร์ การเตรียมข้อมูลสำหรับการวิเคราะห์เป็น การวัดค่าพิกัดภาพถ่ายดิจิทัล ซึ่งอยู่บนคอมพิวเตอร์ และจะต้องทำการแปลงค่าข้อมูลตัวเลขให้อยู่ในระบบพิกัดเดียวกัน ก่อนนำไปวิเคราะห์หาค่าประกอบการจัดภาพต่อไป การแสดงผลการปรับแก้หาค่าประกอบการจัดภาพ ซึ่งได้แก่ องค์ประกอบการหมุน องค์ประกอบตำแหน่งจุดเปิดถ่ายภาพ องค์ประกอบการจัดภาพภายใน และความเพี้ยนของเลนส์ การตรวจสอบค่าพิกัดบนสนามวัดสอบ เพื่อต้องการตรวจสอบค่าองค์ประกอบที่คำนวณได้ว่ามีความถูกต้องเท่าไร

### 3.2 สนามทดสอบ(Test Field)

3.2.1. สนามทดสอบ ออกแบบเป็นตารางกริด มีลักษณะเป็น ตารางกริดสี่เหลี่ยมและตารางกริดสามเหลี่ยม พิมพ์อยู่บนแผ่นฟิล์มเพื่อป้องกันการยืดหดตัวของสนามวัดสอบ ขนาดของสนามวัดสอบมีขนาดประมาณ 40x40 เซนติเมตรและขนาด A4 ให้ค่าพิกัดบนสนามวัดสอบเป็นค่าพิกัดฉาก(X,Y) ซึ่งเป็นตำแหน่งของจุดเป้าให้สัญญาณควบคุมการถ่ายภาพ



รูปภาพที่ 3.1 สนามวัดสอบแบบตารางกริดสี่เหลี่ยมขนาด 40x40 เซนติเมตร



รูปภาพที่ 3.2 สนามวัดสอบแบบตารางกริดสามเหลี่ยมขนาด A4

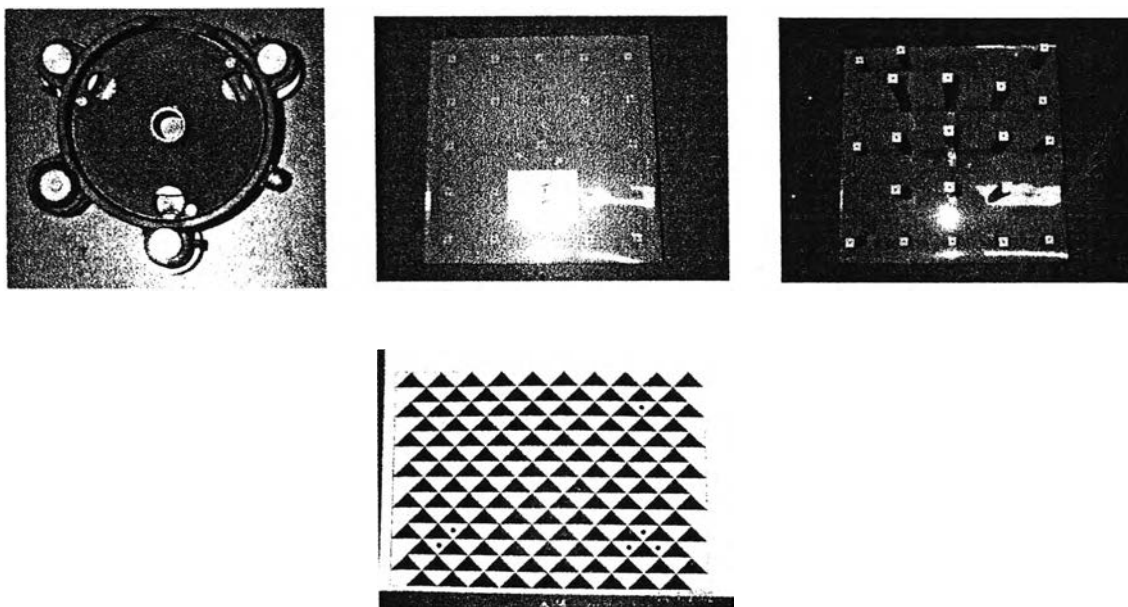
3.2.2. จุดให้สัญญาณหรือเป้าพิกัด จะต้องทำการออกแบบให้จุดเป้าสัญญาณที่ต้องการไปปรากฏชัดบนภาพถ่าย โดยการออกแบบให้จุดเป้าสัญญาณเป็นจุดสีดำบนพื้นขาว หรือจุดสีขาวบนพื้นดำ การออกแบบจุดเป้าสัญญาณขนาดของจุดจะต้องไม่เล็กและไม่ใหญ่จนเกินไป มีเส้นผ่านศูนย์กลางของจุดให้สัญญาณประมาณ 5-9 จุดภาพ เมื่อไปปรากฏบนภาพถ่ายดิจิทัล จุดให้สัญญาณหรือเป้าพิกัดพิมพ์อยู่บนแผ่นฟิล์ม(drafting film)

วิธีการคำนวณ จำนวนจุดภาพ 1280x960 pixel เส้นทะแยงมุม 1600 pixel ความละเอียดจุดภาพ  $6.6 \text{ ม.ม./1600 pixel} = 4.2 \mu\text{m/pixel}$  ถ้าต้องการจุดให้สัญญาณมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 9 pixel มาตรฐานของภาพถ่าย 6.00 ม.ม./ 1.800 ม. = 1:300 ขนาดของจุดภาพที่ต้องพิมพ์อยู่บนแผ่นฟิล์ม  $= 9 \text{ pixel} * 4.2 \mu\text{m} * 300 = 0.01134 \text{ เมตร}$  เพราะฉะนั้นต้องทำจุดให้สัญญาณขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 1.2 เซนติเมตร



รูปภาพที่ 3.3 จุดให้สัญญาณสำหรับวัดค่าพิกัดภาพถ่าย

3.2.3. การติดตั้งสนามวัดสอบสำหรับการถ่ายภาพ แบ่งการติดตั้งเป็นสองแบบ คือ การติดตั้งสนามวัดสอบแบบมีความสูงและการติดตั้งสนามวัดสอบที่ไม่ใช้ความสูง



รูปภาพที่ 3.4 การติดตั้งสนามวัดสอบสำหรับการถ่ายภาพ

### 3.2.4. จุดควบคุมภาพถ่ายมีอย่างน้อย 4 จุดของภาพถ่าย 8 ภาพ ของสนามวัดสอบทั้งสองแบบ

ตารางที่ 3.1 จุดควบคุมภาพถ่ายของสนามวัดสอบแบบตารางกริดสี่เหลี่ยมไม่มีความสูง

จุดควบคุมที่	X	Y	Z
1	4.8000	4.8000	0.0000
5	5.2000	4.8000	0.0000
21	4.8000	5.2000	0.0000
25	5.2000	5.2000	0.0000

ตารางที่ 3.2 จุดควบคุมภาพถ่ายของสนามวัดสอบแบบตารางกริดสี่เหลี่ยมมีความสูง

จุดควบคุมที่	X	Y	Z
1	4.8000	4.8000	ความสูงขึ้นอยู่กับการ ติดตั้งลงบนสนามวัด สอบมีขนาด 5,10,15,20 เซนติเมตร
5	5.2000	4.8000	
21	4.8000	5.2000	
25	5.2000	5.2000	

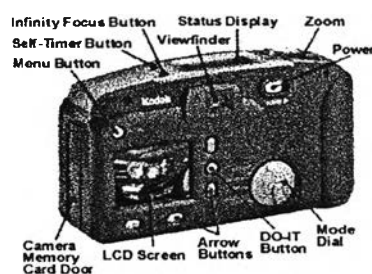
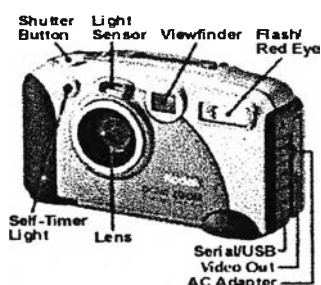
ตารางที่ 3.3 จุดควบคุมภาพถ่ายของสนามวัดสอบแบบตารางกริดสามเหลี่ยมแบบขนาด A4

จุดควบคุมที่	X	Y	Z
1	4.9214	5.0524	0.0000
2	5.0786	5.0524	0.0000
3	4.9214	4.9476	0.0000
4	5.0786	4.9476	0.0000

### 3.3 กล้องถ่ายภาพดิจิทัล(Digital Camera)

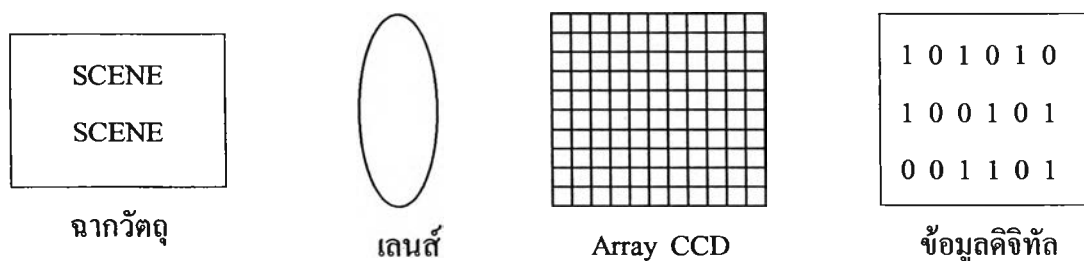
3.3.1. กล้องถ่ายภาพดิจิทัลที่ใช้ในการทำงานวิจัย ใช้ กล้องดิจิทัล โกดัก ดีซี 240 ขยาย ซึ่งจัดว่าเป็นกล้องถ่ายภาพแบบทั่วไป มีคุณสมบัติดังนี้

CCD Size	6.6 mm (Diagonal)
Image Resolution	1280x960 pixels (high)
Pixel Size	4.2 micron
Lens Focal Length	39 mm to 117 mm(equivalent)
Image Storage	8 MB Card
File Formats	JPEG
Interface	USB , Serial , PC card
Power	4 AA batteries or AC adapter
Weight	328 g



รูปภาพที่ 3.5 กล้องถ่ายภาพดิจิทัล โกดัก ดีซี 240 ขยาย สำหรับทำงานวิจัย

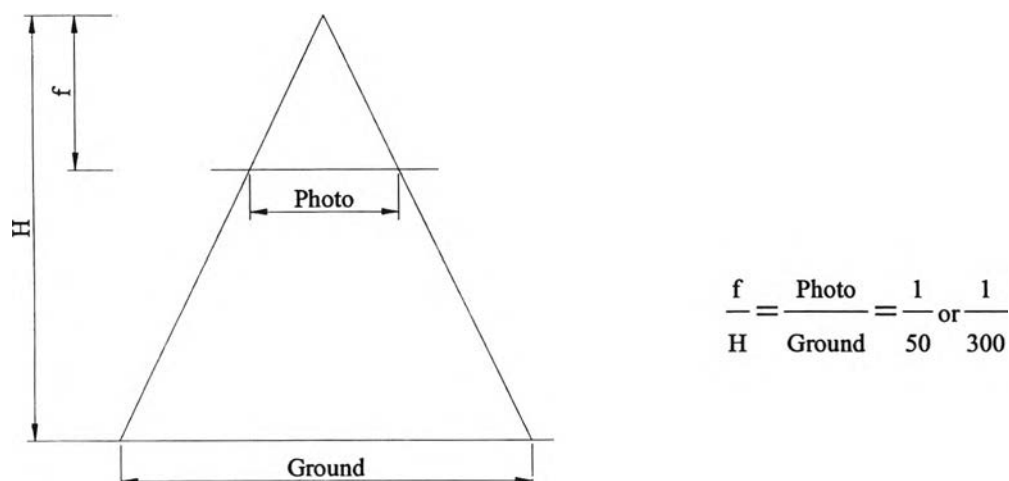
ระบบการทำงานของกล้องดิจิทัล เป็นการแปลงสัญญาณจากการรับภาพผ่านมายังเลนส์ให้ CCD ทำการแปลงข้อมูลภาพ เป็นสัญญาณดิจิทัล แล้วทำการเก็บข้อมูลไว้ ดังรูป



รูปภาพที่ 3.6 ระบบการทำงานของกล้องดิจิทัล

### 3.3.2. การถ่ายภาพ

3.3.2.1 การวางแผนการถ่ายภาพ เพื่อต้องการเก็บข้อมูลภาพถ่าย ซึ่งเป็นข้อมูลภาพถ่าย คิวทีลมาคำนวณปรับแก้และวิเคราะห์หองค์ประกอบการจัดการภาพ การวัดสอบกล้องถ่ายภาพคิวทีล โกดัก ดีซี 240 ใช้การถ่ายภาพที่มาตราส่วน 1:50 และ 1:300 ของสนามวัดสอบ



รูปภาพที่ 3.7 การคำนวณมาตราส่วนภาพถ่าย

สนามวัดสอบ

มาตราส่วน 1:50            ให้  $f \approx 0.006$  เมตร         $H \approx 0.006 \times 50 \approx 0.300$  เมตร

มาตราส่วน 1:300        ให้  $f \approx 0.006$  เมตร         $H \approx 0.006 \times 300 \approx 1.800$  เมตร

การคำนวณขนาดเป้า

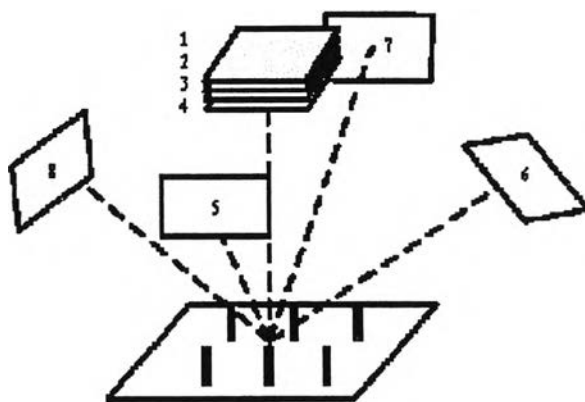
มาตราส่วน 1:50             $9 \text{ pixel} * 4.2\text{E-}6 * 50 \approx 0.00189$  เมตร เป็นขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง

มาตราส่วน 1:300         $9 \text{ pixel} * 4.2\text{E-}6 * 300 \approx 0.01134$  เมตร เป็นขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง

3.3.2.2 การตั้งค่าการถ่ายภาพของกล้องถ่ายภาพคิวทีล โกดัก ดีซี 240 ขยาย

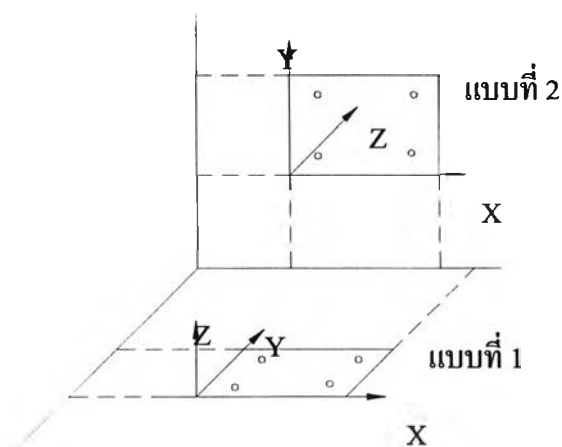
1. การถ่ายภาพสภาวะทันทีเมื่อเปิดกล้องถ่ายภาพ
2. ใช้มาตรวัดแสง(Flash Default)และความสมดุลของแสง เป็นอัตโนมัติ(Auto)
3. คุณภาพของภาพถ่าย(Quality) ตั้งค่าเป็น (Best)
4. ความละเอียด(Resolution) ตั้งค่าเป็น (High)
5. การจับภาพถ่าย(Auto Exposure) ตั้งค่าเป็น (Center-Weighted)

3.3.2.3 วิธีการถ่ายภาพ ให้ถ่ายภาพทุกทิศทางของสนามวัดสอบ เพื่อต้องการข้อมูลภาพถ่ายนำไปคำนวณหาองค์ประกอบการจัดภาพ การวางตัวของภาพถ่าย และลักษณะความเพี้ยนรอบทิศทางของการถ่ายภาพ โดยการถ่ายภาพถ่ายทั้งหมด 8 ภาพ แบ่งเป็น ภาพถ่าย 4 ภาพแรก อยู่ตรงกลางของสนามวัดสอบ ซึ่งตำแหน่งของจุดเปิดถ่ายภาพจะขนานกับสนามทดสอบและหมุนไปรอบสนามทดสอบทวนเข็มนาฬิกา เป็นมุมประมาณ 90 องศา ส่วนอีก ภาพถ่าย 4 ภาพหลังเป็นการถ่ายภาพให้ภาพถ่ายเบนเข้าหากัน ซึ่งตำแหน่งของจุดเปิดถ่ายภาพจะทำมุมกับสนามทดสอบประมาณ 45 องศาและถ่ายภาพให้หมุนไปรอบสนามทดสอบทวนเข็มนาฬิกา ดังรูป



รูปภาพที่ 3.8 วิธีการถ่ายภาพบนสนามทดสอบ

### 3.3.2.4 การตั้งสนามวัดสอบสำหรับการถ่ายภาพ



รูปภาพที่ 3.9 การตั้งสนามวัดสอบและแกนพิกัดอ้างอิง

ตารางที่ 3.4 ค่าประมาณเบื้องต้นขององค์ประกอบการจัดภาพของแบบที่ 1

ภาพถ่ายที่	Omega( $\omega$ )	Phi( $\phi$ )	Kappa(K)	Xo	Yo	Zo
	(rad)	(rad)	(rad)	(m)	(m)	(m)
1	0.000	0.000	0.000	ตำแหน่งจุดเปิดถ่ายภาพ โดยประมาณทางแกน X	ตำแหน่งจุดเปิดถ่ายภาพ โดยประมาณทางแกน Y	ตำแหน่งจุดเปิดถ่ายภาพโดยประมาณทาง แกน Z ให้ค่าที่คิด = 0 หรือมีความสูง
2	0.000	0.000	1.571			
3	0.000	0.000	3.142			
4	0.000	0.000	4.712			
5	0.785	0.000	0.000			
6	0.000	0.785	1.571			
7	-0.785	0.000	3.142			
8	0.000	-0.785	4.712			

ตารางที่ 3.5 ค่าประมาณเบื้องต้นขององค์ประกอบการจัดภาพของแบบที่ 2

ภาพถ่ายที่	Omega( $\omega$ )	Phi( $\phi$ )	Kappa(K)	Xo	Yo	Zo
	(rad)	(rad)	(rad)	(m)	(m)	(m)
1	-0.758	-0.785	0.000	ตำแหน่งจุดเปิดถ่ายภาพ โดยประมาณทางแกน X	ตำแหน่งจุดเปิดถ่ายภาพ โดยประมาณทางแกน Y	ตำแหน่งจุดเปิดถ่ายภาพ โดยประมาณทางแกน Z ให้ค่าที่คิด = 0
2	0.000	-0.785	0.000			
3	0.000	-0.785	1.571			
4	0.758	-0.785	0.000			
5	-0.758	0.758	0.000			
6	0.000	0.785	0.000			
7	0.000	0.758	1.571			
8	0.000	0.758	0.000			

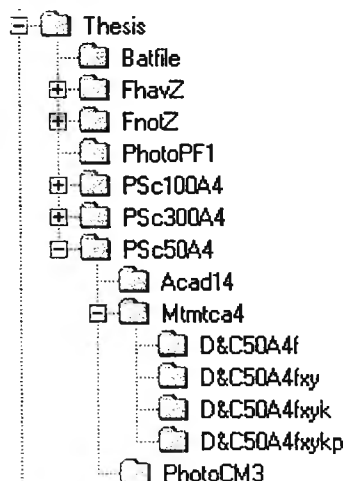


### 3.4 การเขียนการคำนวณคำนวณหาองค์ประกอบการจัดภาพ

#### 3.4.1 การเตรียมข้อมูลสำหรับการคำนวณและการวิเคราะห์ผล หาองค์ประกอบการจัดภาพ

ขั้นตอนจะต้องทำการออกแบบช่องเก็บข้อมูลในคอมพิวเตอร์

##### ช่องเก็บข้อมูล



##### ความหมายของช่องเก็บข้อมูล

Sc50a4 หมายถึง ช่องเก็บข้อมูลของมาตราส่วน 1:50 สนามวัดสอบขนาด A4

Acad14 หมายถึง ช่องเก็บข้อมูลสนามวัดสอบจุดควบคุมภาพถ่ายและพิกัดตรวจสอบ

Mtmca4 หมายถึง ช่องเก็บข้อมูลการคำนวณและการวิเคราะห์ผล

D&C50A4f หมายถึง การคำนวณและการวิเคราะห์ผล แบบจำลองที่ 1

D&C50A4fxy หมายถึง การคำนวณและการวิเคราะห์ผล แบบจำลองที่ 2

D&C50A4fxykp หมายถึง การคำนวณและการวิเคราะห์ผล แบบจำลองที่ 3

PhotoCM3 หมายถึง ช่องเก็บข้อมูลภาพถ่ายดิจิทัลและข้อมูลค่าพิกัดภาพถ่าย

##### ไฟล์ข้อมูล

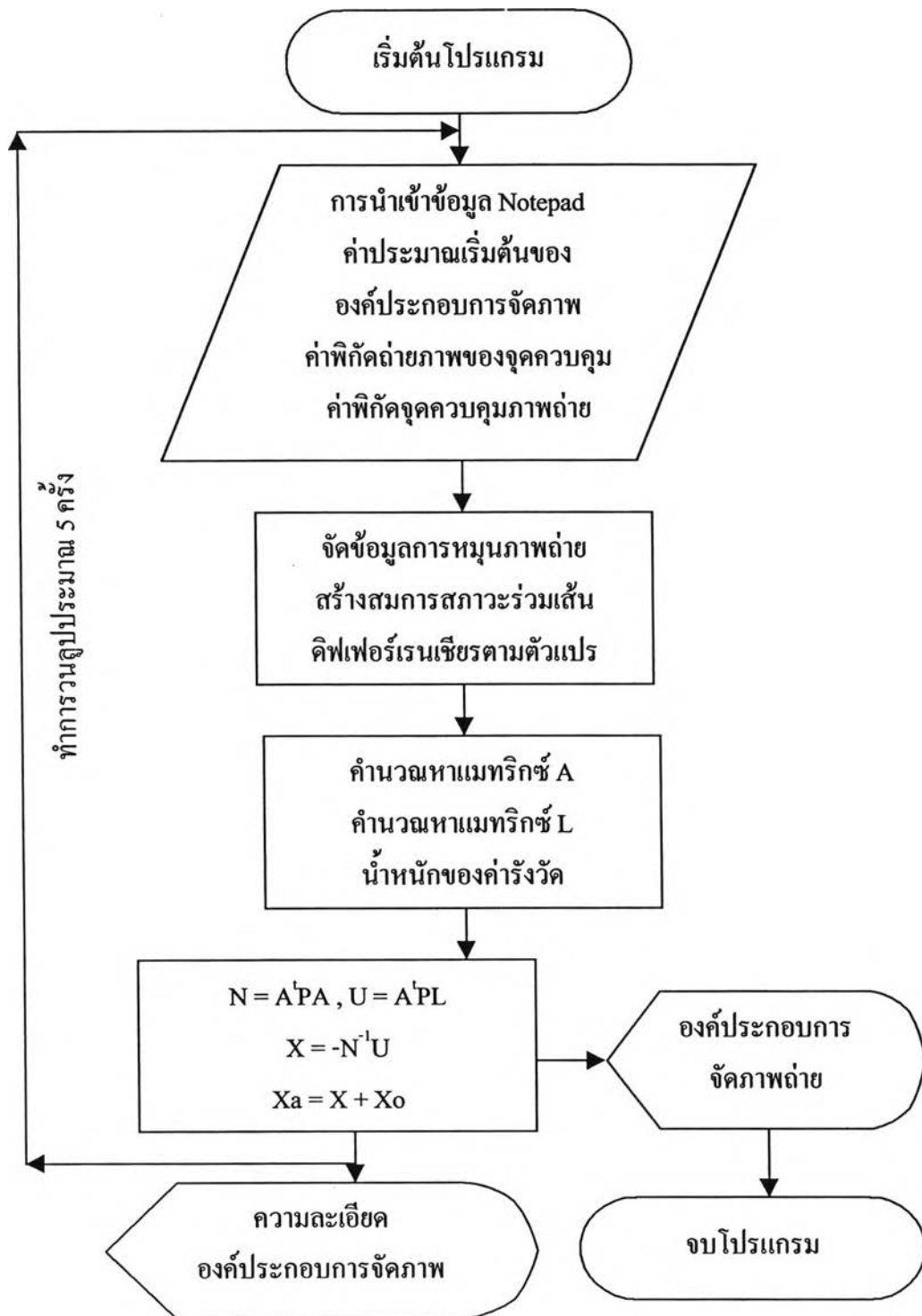
C50A4f1.nb	59KB	Mathematica ...	4/3/45 14:45
C50A4f2.nb	59KB	Mathematica ...	4/3/45 16:00
D&C50A4f.xls	256KB	Microsoft Exc...	7/3/45 13:32
D50A4f.txt	2KB	Text Document	4/3/45 13:29
R50A4f.nb	150KB	Mathematica ...	5/3/45 10:47
S50A4f.txt	2KB	Text Document	4/3/45 16:14
T50A4f.txt	10KB	Text Document	4/3/45 16:17
X50A4f.nb	25KB	Mathematica ...	4/3/45 22:12
X50A4f4.txt	3KB	Text Document	4/3/45 22:10

3.4.2 การวัดค่าพิกัดภาพถ่าย ภาพถ่ายที่ทำการถ่ายภาพมา ซึ่งเรียกว่าข้อมูลภาพถ่ายดิจิทัล เมื่อเข้าสู่คอมพิวเตอร์แล้ว โดยทั่วไปโปรแกรมที่ใช้จัดการเกี่ยวกับภาพถ่ายดิจิทัลสามารถอ่านข้อมูลนี้ได้ พิกัดที่ได้เป็นตำแหน่งพิกัดของภาพถ่ายแต่อยู่ในระบบพิกัดคอมพิวเตอร์ ซึ่งมีตำแหน่งพิกัดที่  $(x=0, y=0)$  อยู่มุมบนซ้ายมือ จึงจำเป็นจะต้องทำการวัดพิกัดข้อมูลภาพถ่ายในระบบพิกัดคอมพิวเตอร์ และจะต้องทำการแปลงค่าพิกัดให้อยู่ที่จุดศูนย์กลางภาพถ่าย ในการแปลงขึ้นอยู่กับความละเอียดของภาพถ่าย เช่น ขนาดภาพในงานวิจัยใช้  $(1280 \times 960 \text{ pixel})$  ค่าพิกัดที่จุดศูนย์กลางภาพถ่าย  $[x_0 = (1280/2), y_0 = (960/2)]$  ค่าพิกัดภาพถ่าย ที่ใช้ในการวิเคราะห์ผล สามารถหาได้จากค่าพิกัดภาพถ่ายที่ออกจากจุดศูนย์กลางภาพถ่ายในระบบพิกัดคอมพิวเตอร์ คูณด้วยขนาดของจุดภาพที่คำนวณได้ จุดภาพที่คำนวณได้  $(1 \text{ pixel} = 4.2 \mu\text{m})$  การจัดเตรียมข้อมูลในการคำนวณหาค่าประกอบ ตามรูปแบบจำลองที่ใช้ในการทำวิจัย ซึ่งได้ใช้ทั้งหมด 3 รูปแบบจำลองในการคำนวณหาค่าประกอบการจัดภาพ การจัดเตรียมข้อมูล ใช้โปรแกรม Notepad และทำการบันทึกเป็น Text File

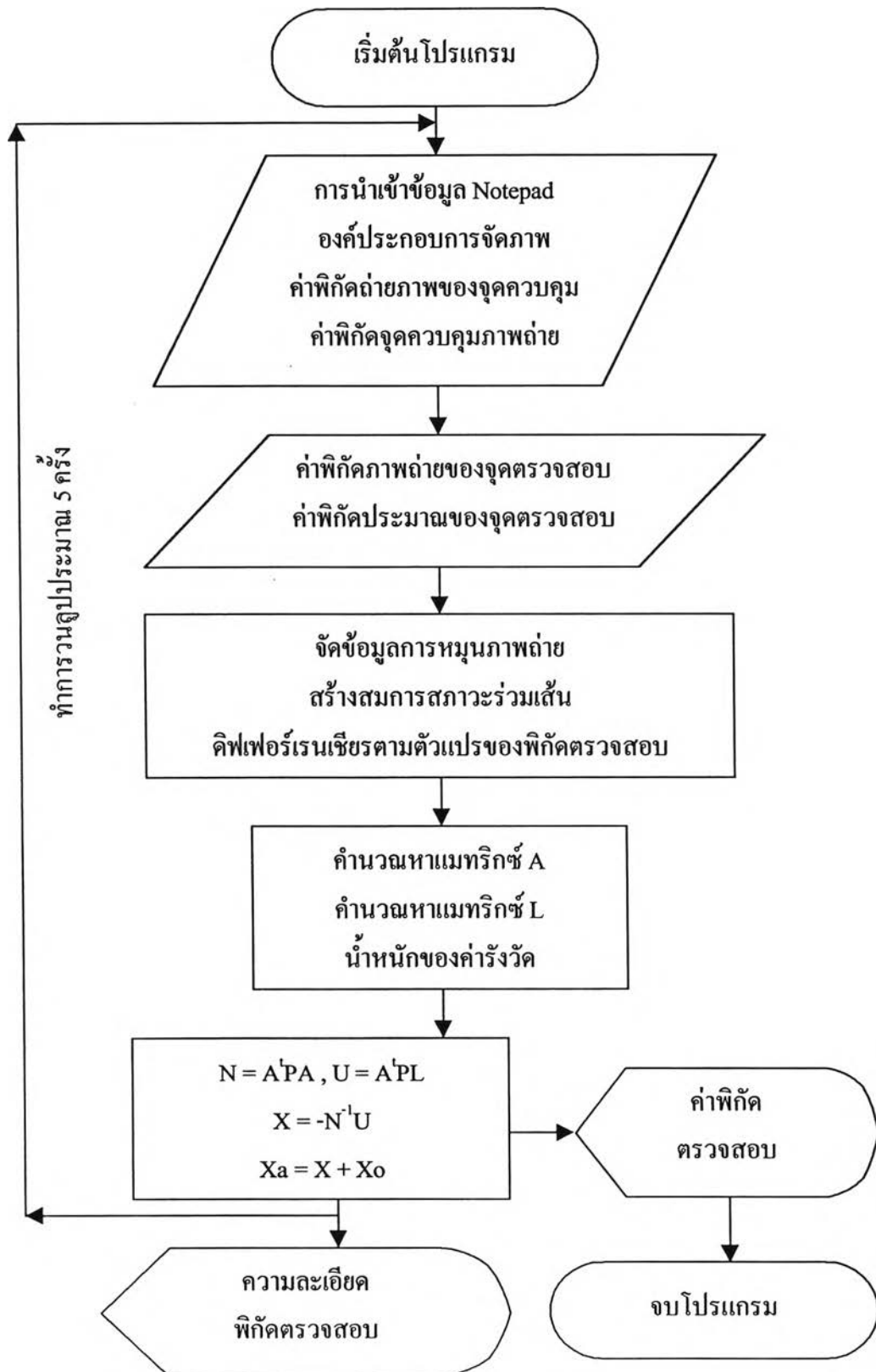
ตารางที่ 3.6 การเตรียมข้อมูลสำหรับการหาค่าประกอบบน โปรแกรม Notepad

Omega( $\omega$ )	Phi( $\phi$ )	Kappa( $\kappa$ )	Xo	Yo	Zo		
(rad)	(rad)	(rad)	(m)	(m)	(m)		
...	...	...	...	...	...		
ค่าประมาณเบื้องต้นการจัดภาพภายนอกทั้งหมด 8 ภาพ							
f	xo	yo	zo	k1	k2	p1	p2
(m)	(m)	(m)	(m)				
...	...	...	...	...	...	...	...
ค่าประมาณเบื้องต้นการจัดภาพภายใน							
Photo	x	y					
Point	(m)	(m)					
...	...	...					
ค่าพิกัดภาพถ่ายของจุดควบคุมภาพถ่ายใช้ทั้งหมด 8 ภาพภาพละ 4 จุด เท่ากับ 32 จุด							
Ground	X	Y	Z				
point	m	m	m				
...	...	...	...				
ค่าพิกัดจุดควบคุมภาพถ่ายทางภาคพื้นดิน							

3.4.3. การเขียนการคำนวณปรับแก้หาองค์ประกอบการจัดภาพถ่าย ตามแต่ละรูปแบบจำลองที่หาค่าพารามิเตอร์ โดยใช้โปรแกรม Mathematica 4.0 เขียนการคำนวณ วิธีการนำเข้าข้อมูลแบบ Text File ทำการวนลูปประมาณผล 5 รอบ ตรวจสอบการลู่เข้าของ VPV คงที่ การปรับแก้ได้องค์ประกอบการจัดภาพ ความละเอียดถูกต้องของพารามิเตอร์แต่ละรูปแบบจำลอง ดัง Flowchart เนื้อหาการเขียนการคำนวณ โปรแกรมบน Mathematica 4.0 อยู่ในภาคผนวก ก



3.4.4. การเขียนการคำนวณปรับแก้หาพิกัดวัตถุสำหรับตรวจสอบองค์ประกอบการจัดภาพ หลังจากการคำนวณหาองค์ประกอบการจัดภาพได้ เพื่อเพิ่มความมั่นใจขององค์ประกอบการจัดภาพที่คำนวณได้ ใช้องค์ประกอบการจัดภาพที่ได้ นำมาคำนวณหาพิกัดบนสนามวัดสอบ ดัง Flowchart เนื้อหาการเขียนการคำนวณโปรแกรมบน Mathematica 4.0 อยู่ในภาคผนวก ข



ต้นฉบับ หน้าขาดหาย

### 3.5 ผลการคำนวณหาองค์ประกอบการจัดภาพ

#### 3.5.1 การวัดสอบกล้องถ่ายภาพแบบตารางกริดสี่เหลี่ยม ไม่มีความสูง

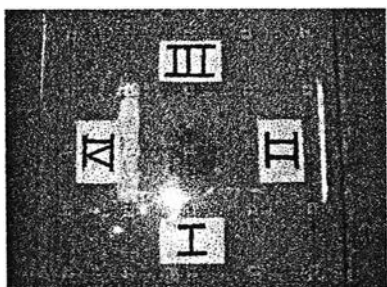
3.5.1.1 ค่าพารามิเตอร์เบื้องต้น การวัดสอบกล้องถ่ายภาพบนสนามวัดสอบแบบตารางกริดสี่เหลี่ยม ไม่มีความสูง สนามวัดสอบตั้งจัดให้อยู่ในแนวราบ ดังรูปภาพที่ 3.4 จุดควบคุมภาพถ่ายบนสนามวัดสอบ( $X,Y,Z=0$ ) สนามวัดสอบแบบไม่มีความสูงการคำนวณจะต้องใช้ข้อมูลภาพถ่ายอย่างน้อย 2 ภาพ การถ่ายภาพในงานวิจัยใช้ภาพถ่ายทั้งหมด 8 ภาพ เริ่มจากภาพถ่ายที่ 1 , 2 , 3 , 4 เป็นการถ่ายภาพจากด้านบนและหมุนการถ่ายภาพทีละ 90 องศา ภาพถ่ายที่ 5 , 6 , 7 , 8 เป็นการถ่ายภาพเฉียงทำมุมกับสนามวัดสอบประมาณ 45 องศา และหมุนการถ่ายภาพทีละ 90 องศาเช่นกัน การใช้ค่าเริ่มต้นได้จากวิธีการถ่ายภาพ ซึ่งเป็นค่าเริ่มต้นทางด้านมุม และการประมาณค่าพิกัดของจุดเปิดถ่ายภาพโดยใช้เทปเหล็ก ดังตารางค่าเริ่มต้น

ตารางที่ 3.7 องค์ประกอบการจัดภาพเบื้องต้น แบบตารางกริดสี่เหลี่ยม ไม่มีความสูง

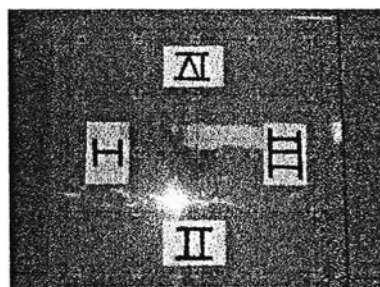
Parameter	Omega( $\omega$ )	Phi( $\phi$ )	Kappa(K)	Xo	Yo	Zo
Photo	(rad)	(rad)	(rad)	(m)	(m)	(m)
1	0.000000	0.000000	0.000000	5.0000	5.0000	0.8000
2	0.000000	0.000000	1.571000	5.0000	5.0000	0.8000
3	0.000000	0.000000	3.142000	5.0000	5.0000	0.8000
4	0.000000	0.000000	4.712000	5.0000	5.0000	0.8000
5	0.524000	0.000000	0.000000	5.0000	4.5000	0.8000
6	0.000000	0.524000	1.571000	5.5000	5.0000	0.8000
7	-0.524000	0.000000	3.142000	5.0000	5.5000	0.8000
8	0.000000	-0.524000	4.712000	5.5000	5.0000	0.8000
f	Xo	yo	k1	k2	p1	p2
(m)	(m)	(m)				
0.0060	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

ค่าเริ่มต้นขององค์ประกอบการจัดภาพภายนอก( $\omega,\phi,K,Xo,Yo,Zo$ ) ใช้ในการคำนวณทุกรูปแบบจำลอง และค่าเริ่มองค์ประกอบการจัดภาพภายในแบ่งเป็น รูปแบบจำลองที่ 1 ( f ) รูปแบบจำลองที่ 2 (f,xo,yo) และรูปแบบจำลองที่ 3 (f,xo,yo,k1,k2,p1,p2) ใช้วิธีการคำนวณปรับแก้ ซึ่งจะได้อัลเทอร์และความละเอียดขององค์ประกอบการจัดภาพทั้งหมด

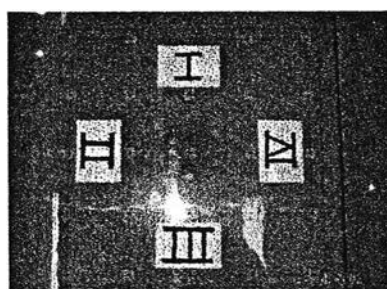
3.5.1.2 ภาพถ่ายบนสนามวัดสอบแบบตารางกริดสี่เหลี่ยม ไม่มีความสูง  
การถ่ายภาพเก็บข้อมูลสำหรับการคำนวณหาองค์ประกอบการจัดภาพ ถ่ายภาพตามรูปภาพที่ 3.8 ซึ่งเป็น  
วิธีการถ่ายภาพบนสนามวัดสอบทั้งหมด 8 ภาพ



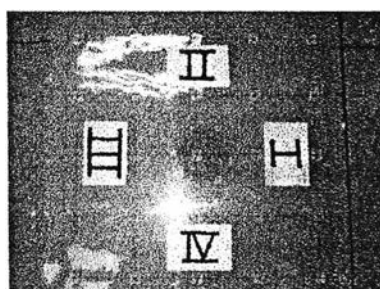
ภาพถ่ายที่ 1



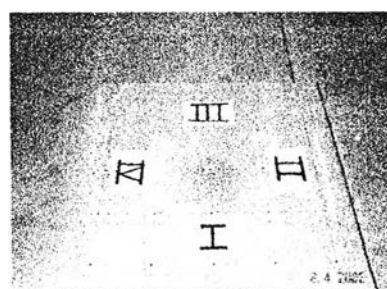
ภาพถ่ายที่ 2



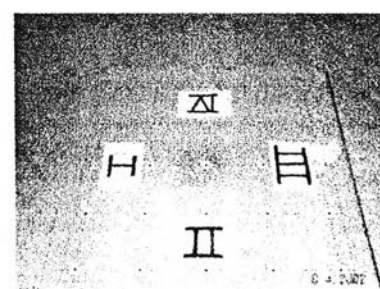
ภาพถ่ายที่ 3



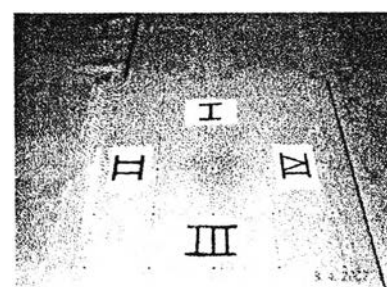
ภาพถ่ายที่ 4



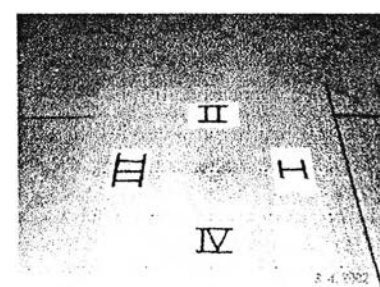
ภาพถ่ายที่ 5



ภาพถ่ายที่ 6



ภาพถ่ายที่ 7



ภาพถ่ายที่ 8

รูปภาพที่ 3.10 การถ่ายภาพเก็บข้อมูลบนสนามวัดสอบแบบตารางกริดสี่เหลี่ยม ไม่มีความสูง

3.5.1.3 ผลลัพธ์การหาค่าประกอบการจัดภาพภายในและการจัดภาพภายนอก ในรูปแบบจำลองที่ 1 ( $\Omega, \phi, K, X_o, Y_o, Z_o$ ) และ ( $f$ ) ซึ่งใช้ค่าเริ่มต้นในตารางที่ 3.7 สนามวัดสอบแบบ ตารางกริดสี่เหลี่ยมไม่มีความสูงของจุดควบคุมทางคิง ผลลัพธ์ขององค์ประกอบรูปแบบจำลองที่ 1 ดังในตารางที่ 3.8 และความละเอียดถูกต้องของพารามิเตอร์ ดังในตารางที่ 3.9

ตารางที่ 3.8 ผลลัพธ์องค์ประกอบการจัดภาพ ตารางกริดสี่เหลี่ยมไม่มีความสูง แบบจำลองที่ 1

Parameter	Omega( $\Omega$ )	Phi( $\phi$ )	Kappa(K)	Xo	Yo	Zo
Photo	(rad)	(rad)	(rad)	(m)	(m)	(m)
1	0.103535	-0.005072	-0.005871	5.0065	4.9200	0.7448
2	0.007872	0.105341	1.571560	5.0774	4.9969	0.7602
3	-0.119246	0.007397	3.143890	4.9906	5.0900	0.7456
4	0.000202	-0.117853	4.712630	4.9141	4.9998	0.7398
5	0.709193	-0.002815	-0.011574	4.9825	4.4612	0.6706
6	-0.029755	0.671658	1.583070	5.4814	5.0144	0.6324
7	-0.710319	-0.011238	3.135320	5.0026	5.5151	0.6389
8	0.044154	-0.735825	4.731090	4.4661	4.9807	0.6305
f						
(m)						
0.006322						

ตารางที่ 3.9 ความละเอียดขององค์ประกอบการจัดภาพ ตารางกริดสี่เหลี่ยมไม่มีความสูง แบบจำลองที่ 1

Parameter	Omega( $\Omega$ )	Phi( $\phi$ )	Kappa(K)	Xo	Yo	Zo
Photo	(rad)	(rad)	(rad)	(m)	(m)	(m)
$\sigma$ (1)	0.004730	0.004859	0.000975	0.0039	0.0038	0.0041
$\sigma$ (2)	0.005092	0.004937	0.000979	0.0041	0.0041	0.0042
$\sigma$ (3)	0.004701	0.004863	0.000993	0.0039	0.0038	0.0041
$\sigma$ (4)	0.004831	0.004651	0.000960	0.0038	0.0038	0.0040
$\sigma$ (5)	0.002694	0.003285	0.001661	0.0030	0.0035	0.0036
$\sigma$ (6)	0.004071	0.002562	0.001810	0.0032	0.0027	0.0032
$\sigma$ (7)	0.002555	0.003152	0.001593	0.0027	0.0033	0.0033
$\sigma$ (8)	0.004139	0.002498	0.002018	0.0033	0.0027	0.0033
f						
$\sigma$						
(m)						
0.000034						



### 3.5.1.4 ผลลัพธ์การหาองค์ประกอบการจัดภาพภายในและการจัดภาพภายนอก

ในรูปแบบจำลองที่ 2 ( $\omega, \phi, \kappa, X_o, Y_o, Z_o$ ) และ ( $f, x_o, y_o$ ) ซึ่งใช้ค่าเริ่มต้นในตารางที่ 3.7 สนามวัดสอบแบบตารางกริดสี่เหลี่ยมไม่มีความสูงของจุดควบคุมทางคิ่ง ผลลัพธ์ขององค์ประกอบรูปแบบจำลองที่ 2 คิ่งในตารางที่ 3.10 และความละเอียดถูกต้องของพารามิเตอร์ คิ่งในตารางที่ 3.11

ตารางที่ 3.10 ผลลัพธ์องค์ประกอบการจัดภาพ ตารางกริดสี่เหลี่ยมไม่มีความสูง แบบจำลองที่ 2

Parameter	Omega( $\omega$ )	Phi( $\phi$ )	Kappa( $\kappa$ )	Xo	Yo	Zo
Photo	(rad)	(rad)	(rad)	(m)	(m)	(m)
1	0.100014	-0.004323	-0.005476	5.0002	4.9108	0.7265
2	0.007340	0.101699	1.572010	5.0868	4.9905	0.7415
3	-0.115049	0.006356	3.144300	4.9965	5.0985	0.7271
4	0.000686	-0.113706	4.713190	4.9056	5.0063	0.7215
5	0.690359	0.007021	-0.012147	4.9832	4.4738	0.6562
6	-0.041006	0.653126	1.589540	5.4706	5.0143	0.6182
7	-0.691562	-0.020930	3.134970	5.0021	5.5031	0.6250
8	0.056709	-0.716859	4.738650	4.4784	4.9804	0.6167
f	xo	yo				
(m)	(m)	(m)				
0.006182	-0.000058	-0.000116				

ตารางที่ 3.11 ความละเอียดขององค์ประกอบการจัดภาพ ตารางกริดสี่เหลี่ยมไม่มีความสูง แบบจำลองที่ 2

Parameter	Omega( $\omega$ )	Phi( $\phi$ )	Kappa( $\kappa$ )	Xo	Yo	Zo
Photo	(rad)	(rad)	(rad)	(m)	(m)	(m)
$\sigma$ (1)	0.001767	0.001653	0.000340	0.0015	0.0022	0.0040
$\sigma$ (2)	0.001731	0.001835	0.000350	0.0023	0.0016	0.0041
$\sigma$ (3)	0.001819	0.001656	0.000346	0.0015	0.0021	0.0040
$\sigma$ (4)	0.001644	0.001792	0.000345	0.0021	0.0015	0.0040
$\sigma$ (5)	0.003856	0.001602	0.000572	0.0010	0.0028	0.0033
$\sigma$ (6)	0.001956	0.003795	0.001004	0.0025	0.0009	0.0031
$\sigma$ (7)	0.003849	0.001566	0.000554	0.0009	0.0027	0.0031
$\sigma$ (8)	0.002086	0.003866	0.001160	0.0028	0.0009	0.0030
f	xo	yo				
$\sigma$	$\sigma$	$\sigma$				
(m)	(m)	(m)				
0.000031	0.000007	0.000023				

### 3.5.1.5 ผลลัพธ์การหาค่าประกอบการจัดภาพภายในและการจัดภาพภายนอก

ในรูปแบบจำลองที่ 2 ( $\omega, \phi, K, X_o, Y_o, Z_o$ ) และ ( $f, x_o, y_o, k_1, k_2, p_1, p_2$ ) ซึ่งใช้ค่าเริ่มต้นในตารางที่ 3.7 สนามวัดสอบแบบตารางกริดสี่เหลี่ยมไม่มีความสูงของจุดควบคุมทางคิง ผลลัพธ์ขององค์ประกอบรูปแบบจำลองที่ 3 ค้างในตารางที่ 3.12 และความละเอียดของพารามิเตอร์ ค้างในตารางที่ 3.13

ตารางที่ 3.12 ผลลัพธ์องค์ประกอบการจัดภาพ ตารางกริดสี่เหลี่ยมไม่มีความสูง แบบจำลองที่ 3

Parameter	Omega( $\omega$ )	Phi( $\phi$ )	Kappa(K)	Xo	Yo	Zo
Photo	(rad)	(rad)	(rad)	(m)	(m)	(m)
1	0.112612	-0.015565	-0.005547	5.0017	4.9111	0.7246
2	0.018507	0.114105	1.570720	5.0863	4.9921	0.7396
3	-0.127760	0.017442	3.144220	4.9949	5.0982	0.7252
4	-0.010582	-0.126055	4.711777	4.9061	5.0047	0.7197
5	0.700897	-0.004788	-0.011990	4.9843	4.4762	0.6556
6	-0.026634	0.664224	1.580717	5.4683	5.0155	0.6175
7	-0.702183	-0.009292	3.134912	5.0010	5.5007	0.6245
8	0.041688	-0.727901	4.728730	4.4808	4.9792	0.6161
f	xo	yo	k1	k2	p1	p2
(m)	(m)	(m)				
0.006167	0.000019	-0.000043	-0.002292	0.000000	0.913660	1.037956

ตารางที่ 3.13 ความละเอียดองค์ประกอบการจัดภาพ ตารางกริดสี่เหลี่ยมไม่มีความสูง แบบจำลองที่ 3

Parameter	Omega( $\omega$ )	Phi( $\phi$ )	Kappa(K)	Xo	Yo	Zo
Photo	(rad)	(rad)	(rad)	(m)	(m)	(m)
$\sigma$ (1)	0.013178	0.003234	0.000436	0.0021	0.0037	0.0055
$\sigma$ (2)	0.003281	0.013065	0.000576	0.0038	0.0022	0.0057
$\sigma$ (3)	0.013227	0.003115	0.000445	0.0022	0.0035	0.0056
$\sigma$ (4)	0.003237	0.013093	0.000583	0.0035	0.0021	0.0056
$\sigma$ (5)	0.014501	0.003888	0.000736	0.0014	0.0039	0.0048
$\sigma$ (6)	0.004338	0.014578	0.002683	0.0035	0.0013	0.0046
$\sigma$ (7)	0.014485	0.003746	0.000720	0.0013	0.0037	0.0046
$\sigma$ (8)	0.004613	0.014614	0.003010	0.0039	0.0013	0.0045
f	xo	yo	k1	k2	p1	p2
$\sigma$	$\sigma$	$\sigma$	$\sigma$	$\sigma$	$\sigma$	$\sigma$
(m)	(m)	(m)				
0.000044	0.000024	0.000098	0.000431	0.000000	0.216517	1.047665

### 3.5.2 การวัดสอบกล้องถ่ายภาพแบบตารางกริดสี่เหลี่ยม มีความสูง

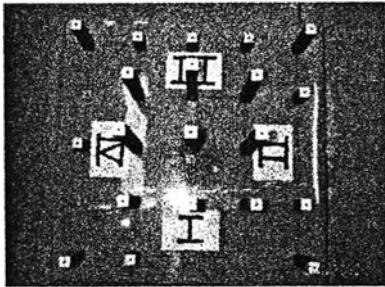
3.5.2.1 ค่าพารามิเตอร์เบื้องต้น การวัดสอบกล้องถ่ายภาพบนสนามวัดสอบแบบตารางกริดสี่เหลี่ยมมีความสูง สนามวัดสอบตั้งจัดให้อยู่ในแนวราบ ดังรูปภาพที่ 3.4 จุดควบคุมภาพถ่ายบนสนามวัดสอบ(X,Y,Z= 5,10,15, 20 เซนติเมตรและขึ้นอยู่กับการตั้งบนสนามวัดสอบแบบตารางกริดสี่เหลี่ยม) สนามวัดสอบแบบมีความสูงสามารถใช้ข้อมูลภาพถ่าย ภาพเดียวในการคำนวณได้ การถ่ายภาพในงานวิจัยใช้ภาพถ่ายทั้งหมด 8 ภาพ เริ่มจากภาพถ่ายที่ 1 , 2 , 3 , 4 เป็นการถ่ายภาพจากด้านบนและหมุนการถ่ายภาพทีละ 90 องศา ภาพถ่ายที่ 5 , 6 , 7 , 8 เป็นการถ่ายภาพเอียงทำมุมกับสนามวัดสอบประมาณ 45 องศา และหมุนการถ่ายภาพทีละ 90 องศาเช่นกัน การใช้ค่าเริ่มต้นได้จากวิธีการถ่ายภาพซึ่งเป็นค่าเริ่มต้นทางด้านมุม และการประมาณค่าพิกัดของจุดเปิดถ่ายภาพโดยใช้เทปเหล็ก ดังตารางค่าเริ่มต้น

ตารางที่ 3.14 องค์ประกอบการจัดภาพเบื้องต้น แบบตารางกริดสี่เหลี่ยมมีความสูง

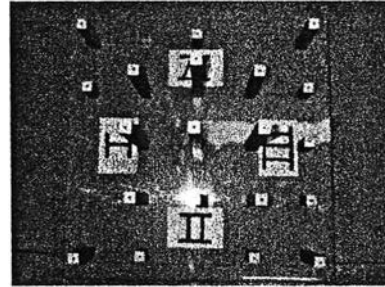
Parameter	Omega( $\omega$ )	Phi( $\phi$ )	Kappa( $\kappa$ )	Xo	Yo	Zo
Photo	(rad)	(rad)	(rad)	(m)	(m)	(m)
1	0.000000	0.000000	0.000000	5.0000	5.0000	0.5000
2	0.000000	0.000000	1.571000	5.0000	5.0000	0.5000
3	0.000000	0.000000	3.142000	5.0000	5.0000	0.5000
4	0.000000	0.000000	4.712000	5.0000	5.0000	0.5000
5	0.524000	0.000000	0.000000	5.0000	4.5000	0.5000
6	0.000000	0.524000	1.571000	5.5000	5.0000	0.5000
7	-0.524000	0.000000	3.142000	5.0000	5.5000	0.5000
8	0.000000	-0.524000	4.712000	5.5000	5.0000	0.5000
f	xo	yo	k1	k2	p1	p2
(m)	(m)	(m)				
0.0060	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

ค่าเริ่มต้นขององค์ประกอบการจัดภาพภายนอก ( $\omega, \phi, \kappa, X_o, Y_o, Z_o$ ) ใช้ในการคำนวณทุกรูปแบบจำลอง และค่าเริ่มองค์ประกอบการจัดภาพภายในแบ่งเป็น รูปแบบจำลองที่ 1 ( f ) รูปแบบจำลองที่ 2 (f,xo,yo) และรูปแบบจำลองที่ 3 (f,xo,yo,k1,k2,p1,p2) ใช้วิธีการคำนวณปรับแก้ ซึ่งจะ ได้ผลลัพธ์และความละเอียดขององค์ประกอบการจัดภาพทั้งหมด

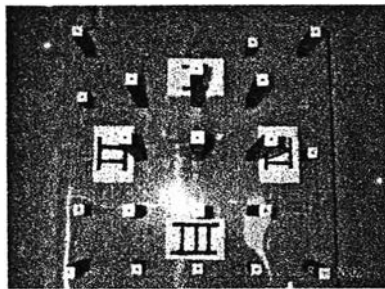
3.5.2.2 ภาพถ่ายบนสนามวัดสอบแบบตารางกริดสี่เหลี่ยม มีความสูง  
การถ่ายภาพเก็บข้อมูลสำหรับการคำนวณหาองค์ประกอบการจัดภาพ ถ่ายภาพตามรูปภาพที่ 3.8 ซึ่งเป็น  
วิธีการถ่ายภาพบนสนามวัดสอบทั้งหมด 8 ภาพ



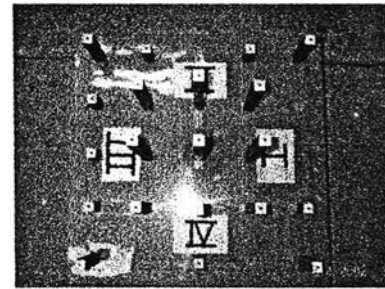
ภาพถ่ายที่ 1



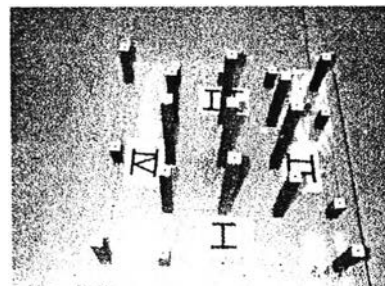
ภาพถ่ายที่ 2



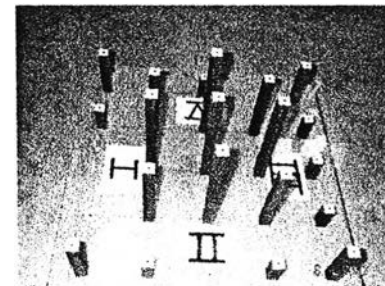
ภาพถ่ายที่ 3



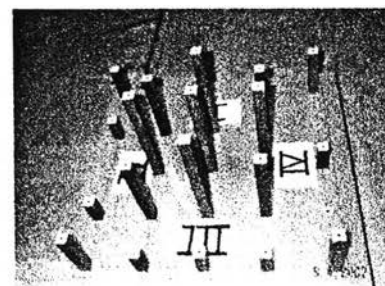
ภาพถ่ายที่ 4



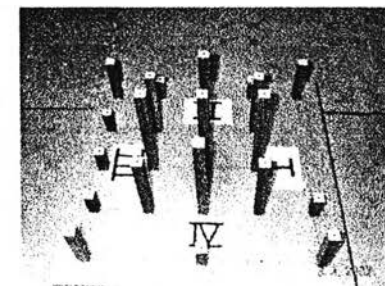
ภาพถ่ายที่ 5



ภาพถ่ายที่ 6



ภาพถ่ายที่ 7



ภาพถ่ายที่ 8

รูปภาพที่ 3.11 การถ่ายภาพเก็บข้อมูลบนสนามวัดสอบแบบตารางกริดสี่เหลี่ยมมีความสูง

### 3.5.2.3 ผลลัพธ์การหาค่าประกอบการจัดภาพภายในและการจัดภาพภายนอก

ในรูปแบบจำลองที่ 1 ( $\Omega, \phi, K, X_o, Y_o, Z_o$ ) และ ( $f$ ) ซึ่งใช้ค่าเริ่มต้นในตารางที่ 3.14 สนามวัดสอบแบบตารางกริดสี่เหลี่ยมมีความสูงของจุดควบคุมทางคิง ผลลัพธ์ขององค์ประกอบรูปแบบจำลองที่ 1 คิงในตารางที่ 3.15 และความละเอียดคูกต้องของพารามิเตอร์ คิงในตารางที่ 3.16

ตารางที่ 3.15 ผลลัพธ์องค์ประกอบการจัดภาพ ตารางกริดสี่เหลี่ยมมีความสูง แบบจำลองที่ 1

Parameter	Omega( $\Omega$ )	Phi( $\phi$ )	Kappa(K)	Xo	Yo	Zo
Photo	(rad)	(rad)	(rad)	(m)	(m)	(m)
1	0.116754	0.010176	0.024057	5.0151	4.9093	0.8350
2	-0.027676	0.119760	1.583070	5.0976	5.0271	0.8379
3	-0.126865	-0.003890	3.147140	4.9944	5.0913	0.8234
4	0.002808	-0.124974	4.719120	4.9085	4.9890	0.8711
5	0.535767	-0.021847	0.044473	4.9398	4.5802	0.7623
6	0.129707	0.651056	1.538000	5.4647	4.9146	0.6814
7	-0.702479	-0.177994	3.091180	4.8639	5.5032	0.6518
8	0.029879	-0.678413	4.741760	4.4794	4.9709	0.7036
f						
(m)						
0.006298						

ตารางที่ 3.16 ความละเอียดคองค์ประกอบการจัดภาพ ตารางกริดสี่เหลี่ยมมีความสูง แบบจำลองที่ 1

Parameter	Omega( $\Omega$ )	Phi( $\phi$ )	Kappa(K)	Xo	Yo	Zo
Photo	(rad)	(rad)	(rad)	(m)	(m)	(m)
$\sigma$ (1)	0.005975	0.006175	0.001272	0.0049	0.0048	0.0054
$\sigma$ (2)	0.006241	0.005984	0.001269	0.0048	0.0050	0.0054
$\sigma$ (3)	0.005798	0.006003	0.001269	0.0047	0.0046	0.0053
$\sigma$ (4)	0.006840	0.006562	0.001315	0.0055	0.0056	0.0056
$\sigma$ (5)	0.003726	0.004553	0.001804	0.0037	0.0041	0.0046
$\sigma$ (6)	0.004780	0.003092	0.002204	0.0039	0.0029	0.0040
$\sigma$ (7)	0.002990	0.003459	0.001791	0.0027	0.0039	0.0040
$\sigma$ (8)	0.004984	0.003214	0.002411	0.0042	0.0032	0.0042
f						
$\sigma$						
(m)						
0.000046						

### 3.5.2.4 ผลลัพธ์การหาค่าประกอบการจัดภาพภายในและการจัดภาพภายนอก

ในรูปแบบจำลองที่ 2 ( $\omega, \phi, K, X_o, Y_o, Z_o$ ) และ ( $f, x_o, y_o$ ) ซึ่งใช้ค่าเริ่มต้นในตารางที่ 3.14 สนามวัดสอบแบบตารางกริดสี่เหลี่ยมที่มีความสูงของจุดควบคุมทางดิ่ง ผลลัพธ์ขององค์ประกอบรูปแบบจำลองที่ 2 ดังในตารางที่ 3.17 และความละเอียดของพารามิเตอร์ ดังในตารางที่ 3.18

ตารางที่ 3.17 ผลลัพธ์องค์ประกอบการจัดภาพ ตารางกริดสี่เหลี่ยมที่มีความสูง แบบจำลองที่ 2

Parameter	Omega( $\omega$ )	Phi( $\phi$ )	Kappa(K)	Xo	Yo	Zo
Photo	(rad)	(rad)	(rad)	(m)	(m)	(m)
1	0.111080	0.010630	0.024796	5.0075	4.8990	0.8099
2	-0.027931	0.113722	1.583970	5.1075	5.0186	0.8130
3	-0.120739	-0.004490	3.147840	5.0020	5.1007	0.7986
4	0.003779	-0.118992	4.719880	4.8983	4.9968	0.8446
5	0.512712	-0.013975	0.044437	4.9389	4.5915	0.7415
6	0.115403	0.627309	1.546530	5.4509	4.9168	0.6636
7	-0.679927	-0.189708	3.095360	4.8676	5.4895	0.6341
8	0.042503	-0.654477	4.749600	4.4943	4.9714	0.6846
f	xo	yo				
(m)	(m)	(m)				
0.006101	-0.000070	-0.000146				

ตารางที่ 3.18 ความละเอียดขององค์ประกอบการจัดภาพ ตารางกริดสี่เหลี่ยมที่มีความสูง แบบจำลองที่ 2

Parameter	Omega( $\omega$ )	Phi( $\phi$ )	Kappa(K)	Xo	Yo	Zo
Photo	(rad)	(rad)	(rad)	(m)	(m)	(m)
$\sigma$ (1)	0.002316	0.002183	0.000462	0.0019	0.0024	0.0048
$\sigma$ (2)	0.002214	0.002341	0.000480	0.0024	0.0019	0.0048
$\sigma$ (3)	0.002295	0.002122	0.000461	0.0019	0.0023	0.0047
$\sigma$ (4)	0.002415	0.002539	0.000496	0.0026	0.0022	0.0050
$\sigma$ (5)	0.004000	0.002008	0.000643	0.0013	0.0024	0.0041
$\sigma$ (6)	0.002368	0.004216	0.001247	0.0027	0.0011	0.0035
$\sigma$ (7)	0.004346	0.001848	0.001026	0.0012	0.0028	0.0033
$\sigma$ (8)	0.002482	0.004320	0.001371	0.0030	0.0011	0.0036
f	xo	yo				
$\sigma$	$\sigma$	$\sigma$				
(m)	(m)	(m)				
0.000038	0.000009	0.000025				

### 3.5.2.5 ผลลัพธ์การหาค่าประกอบการจัดภาพภายในและการจัดภาพภายนอก

ในรูปแบบจำลองที่ 2 ( $\omega, \phi, \kappa, X_o, Y_o, Z_o$ ) และ ( $f, x_o, y_o, k_1, k_2, p_1, p_2$ ) ซึ่งใช้ค่าเริ่มต้นในตารางที่ 3.14 สนามวัดสอบแบบตารางกริดสี่เหลี่ยมที่มีความสูงของจุดควบคุมทางคิ่ง ผลลัพธ์ขององค์ประกอบรูปแบบจำลองที่ 3 คิ่งในตารางที่ 3.19 และความละเอียดถูกต้องของพารามิเตอร์ คิ่งในตารางที่ 3.20

ตารางที่ 3.19 ผลลัพธ์องค์ประกอบการจัดภาพ ตารางกริดสี่เหลี่ยมที่มีความสูง แบบจำลองที่ 3

Parameter	Omega( $\omega$ )	Phi( $\phi$ )	Kappa( $\kappa$ )	Xo	Yo	Zo
Photo	(rad)	(rad)	(rad)	(m)	(m)	(m)
1	0.135750	0.010431	0.024588	5.0073	4.9007	0.8127
2	-0.027194	0.138480	1.583927	5.1058	5.0183	0.8158
3	-0.145232	-0.003789	3.147872	5.0022	5.0988	0.8013
4	0.003102	-0.143271	4.719795	4.9003	4.9970	0.8475
5	0.538800	-0.015163	0.046240	4.9374	4.5911	0.7440
6	0.117141	0.652849	1.545893	5.4511	4.9165	0.6662
7	-0.706343	-0.187427	3.090656	4.8675	5.4902	0.6366
8	0.043115	-0.680498	4.749814	4.4936	4.9712	0.6871
f	xo	yo	k1	k2	p1	p2
(m)	(m)	(m)				
0.006123	-0.000067	0.000010	-0.015467	0.000000	0.079017	1.962279

ตารางที่ 3.20 ความละเอียดขององค์ประกอบการจัดภาพ ตารางกริดสี่เหลี่ยมที่มีความสูง แบบจำลองที่ 3

Parameter	Omega( $\omega$ )	Phi( $\phi$ )	Kappa( $\kappa$ )	Xo	Yo	Zo
Photo	(rad)	(rad)	(rad)	(m)	(m)	(m)
$\sigma$ (1)	0.010430	0.004966	0.000475	0.0022	0.0075	0.0112
$\sigma$ (2)	0.005078	0.010553	0.000853	0.0074	0.0022	0.0113
$\sigma$ (3)	0.010560	0.004894	0.000454	0.0022	0.0072	0.0111
$\sigma$ (4)	0.005027	0.010500	0.000850	0.0077	0.0024	0.0118
$\sigma$ (5)	0.018106	0.005284	0.001165	0.0018	0.0036	0.0106
$\sigma$ (6)	0.006738	0.018980	0.004329	0.0048	0.0019	0.0092
$\sigma$ (7)	0.019793	0.005351	0.003969	0.0022	0.0053	0.0087
$\sigma$ (8)	0.007363	0.019288	0.004898	0.0055	0.0013	0.0095
f	xo	yo	k1	k2	p1	p2
$\sigma$	$\sigma$	$\sigma$	$\sigma$	$\sigma$	$\sigma$	$\sigma$
(m)	(m)	(m)				
0.000090	0.000037	0.000135	0.000078	0.000000	0.378690	0.698870

### 3.5.3 การวัดสอบกล้องถ่ายภาพแบบตารางกริดสามเหลี่ยม มาตรฐานภาพถ่าย 1:50

3.5.3.1 ค่าพารามิเตอร์เบื้องต้น การวัดสอบกล้องถ่ายภาพบนสนามวัดสอบแบบตารางกริดสามเหลี่ยมที่มาตรฐาน 1:50 จุดควบคุมภาพถ่ายบนสนามวัดสอบ(X,Y,Z=0) การคำนวณค่าประมาณของระยะห่างของการถ่ายภาพจากรูปภาพที่ 3.7 ประมาณ 0.300 เมตร ในงานวิจัยใช้การถ่ายภาพทั้งหมด 8 ภาพ เริ่มจากภาพถ่ายที่ 1 , 2 , 3 , 4 เป็นการถ่ายภาพจากด้านบนและหมุนการถ่ายภาพที่ละ 90 องศา ภาพถ่ายที่ 5 , 6 , 7 , 8 เป็นการถ่ายภาพเอียงทำมุมกับสนามวัดสอบประมาณ 45 องศา และหมุนการถ่ายภาพที่ละ 90 องศาเช่นกัน ดังรูปในหน้าถัดไป การเตรียมข้อมูลของค่าเริ่มต้นภาพถ่าย ทางคำนวณได้จากวิธีการถ่ายภาพ และค่าพิกัดของจุดเปิดถ่ายภาพได้จาก การประมาณของจุดเปิดถ่ายภาพ โดยใช้เทปเหล็กวัด ดังตารางค่าเริ่มต้น

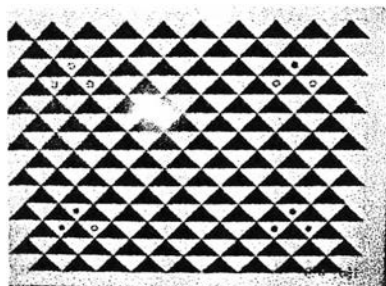
ตารางที่ 3.21 องค์ประกอบการจัดภาพเบื้องต้น แบบตารางกริดสามเหลี่ยม มาตรฐานภาพถ่าย 1:50

Parameter	Omega( $\omega$ )	Phi( $\phi$ )	Kappa( $\kappa$ )	Xo	Yo	Zo
Photo	(rad)	(rad)	(rad)	(m)	(m)	(m)
1	0.000000	0.000000	0.000000	5.0000	5.0000	0.3000
2	0.000000	0.000000	1.571000	5.0000	5.0000	0.3000
3	0.000000	0.000000	3.142000	5.0000	5.0000	0.3000
4	0.000000	0.000000	4.712000	5.0000	5.0000	0.3000
5	0.524000	0.000000	0.000000	5.0000	4.7500	0.3000
6	0.000000	0.524000	1.571000	5.2500	5.0000	0.2500
7	-0.524000	0.000000	3.142000	5.0000	5.2500	0.3000
8	0.000000	-0.524000	4.712000	4.7500	5.0000	0.2500
f	xo	yo	k1	k2	p1	p2
(m)	(m)	(m)				
0.0060	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

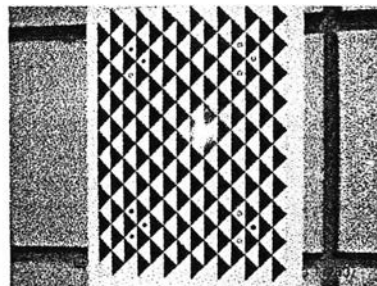
ค่าเริ่มต้นขององค์ประกอบการจัดภาพภายนอก ( $\omega, \phi, \kappa, X_o, Y_o, Z_o$ ) ใช้ในการคำนวณทุกรูปแบบจำลอง และค่าเริ่มต้นขององค์ประกอบการจัดภาพภายในแบ่งเป็น รูปแบบจำลองที่ 1 ( f ) รูปแบบจำลองที่ 2 ( f,xo,yo ) และรูปแบบจำลองที่ 3 ( f,xo,yo,k1,k2,p1,p2 ) ใช้วิธีการคำนวณปรับแก้ ซึ่งจะ ได้ผลลัพธ์และความละเอียดขององค์ประกอบการจัดภาพทั้งหมด



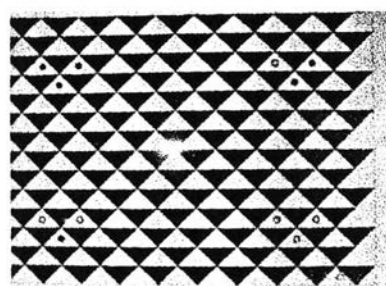
3.5.3.2 ภาพถ่ายบนสนามวัดสอบแบบตารางกริดสามเหลี่ยม มาตรฐานภาพถ่าย 1:50  
การถ่ายภาพเก็บข้อมูลสำหรับการคำนวณหาองค์ประกอบการจัดภาพ ถ่ายภาพตามรูปภาพที่ 3.8 ซึ่งเป็น  
วิธีการถ่ายภาพบนสนามวัดสอบทั้งหมด 8 ภาพ



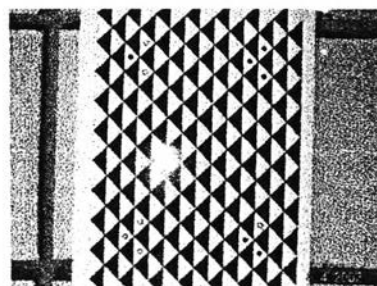
ภาพถ่ายที่ 1



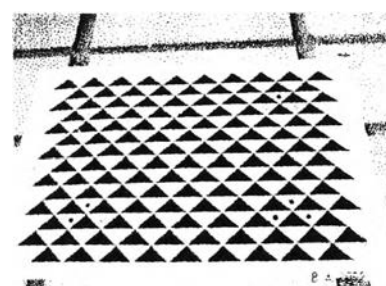
ภาพถ่ายที่ 2



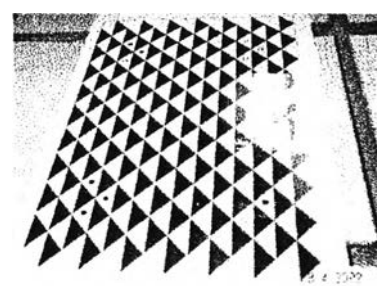
ภาพถ่ายที่ 3



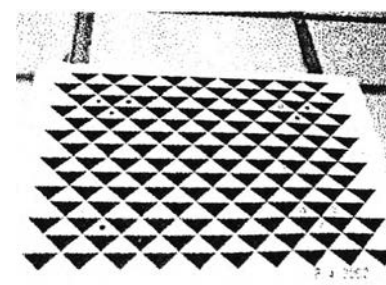
ภาพถ่ายที่ 4



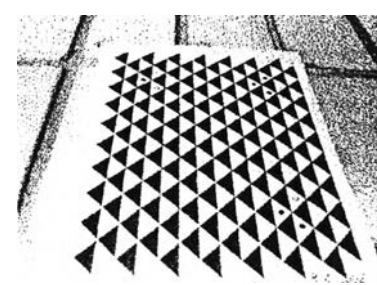
ภาพถ่ายที่ 5



ภาพถ่ายที่ 6



ภาพถ่ายที่ 7



ภาพถ่ายที่ 8

รูปภาพที่ 3.12 การถ่ายภาพเก็บข้อมูลบนสนามวัดสอบแบบตารางกริดสามเหลี่ยม  
มาตรฐานภาพถ่าย 1:50

### 3.5.3.3 ผลลัพธ์การหาองค์ประกอบการจัดภาพภายในและการจัดภาพภายนอก

ในรูปแบบจำลองที่ 1 ( $\omega, \phi, K, X_o, Y_o, Z_o$ ) และ ( $f$ ) ซึ่งใช้ค่าเริ่มต้นในตารางที่ 3.21 สนามวัดสอบแบบตารางกริดสามเหลี่ยม มาตรฐานภาพถ่าย 1:50 ผลลัพธ์ขององค์ประกอบรูปแบบจำลองที่ 1 ดังในตารางที่ 3.22 และความละเอียดถูกต้องของพารามิเตอร์ ดังในตารางที่ 3.23

ตารางที่ 3.22 ผลลัพธ์องค์ประกอบการจัดภาพ ตารางกริดสามเหลี่ยมมาตรฐานภาพถ่าย 1:50

Parameter	Omega( $\omega$ )	Phi( $\phi$ )	Kappa(K)	Xo	Yo	Zo
Photo	(rad)	(rad)	(rad)	(m)	(m)	(m)
1	-0.100272	0.024576	0.003389	5.0181	5.0318	0.3122
2	-0.110539	-0.018148	1.574530	4.9970	5.0517	0.4123
3	-0.006230	-0.040901	3.136970	4.9725	5.0035	0.2915
4	-0.011514	-0.023211	4.746490	4.9882	5.0021	0.3858
5	0.565774	0.043024	-0.019787	5.0271	4.8064	0.3053
6	-0.134596	0.679405	1.665410	5.2322	5.0485	0.2364
7	-0.622249	0.124932	3.161200	5.0460	5.1947	0.2811
8	-0.118588	-0.813705	4.660640	4.7311	5.0342	0.2307
f						
(m)						
0.006213						

ตารางที่ 3.27 ความละเอียดขององค์ประกอบการจัดภาพ ตารางกริดสามเหลี่ยมมาตรฐานภาพถ่าย 1:50

Parameter	Omega( $\omega$ )	Phi( $\phi$ )	Kappa(K)	Xo	Yo	Zo
Photo	(rad)	(rad)	(rad)	(m)	(m)	(m)
$\sigma$ (1)	0.009902	0.009993	0.001514	0.0033	0.0032	0.0039
$\sigma$ (2)	0.016131	0.016537	0.001988	0.0071	0.0068	0.0052
$\sigma$ (3)	0.008866	0.008719	0.001384	0.0027	0.0027	0.0036
$\sigma$ (4)	0.015830	0.015778	0.001809	0.0063	0.0062	0.0048
$\sigma$ (5)	0.005949	0.006527	0.002068	0.0025	0.0031	0.0037
$\sigma$ (6)	0.005471	0.003893	0.002445	0.0028	0.0014	0.0028
$\sigma$ (7)	0.005307	0.005757	0.002039	0.0021	0.0030	0.0034
$\sigma$ (8)	0.005752	0.003590	0.002971	0.0032	0.0014	0.0028
f						
$\sigma$						
(m)						
0.000077						

### 3.5.3.4 ผลลัพธ์การหาค่าประกอบารจัดภาพภายในและการจัดภาพภายนอก

ในรูปแบบจำลองที่ 2 ( $\Omega, \phi, K, X_o, Y_o, Z_o$ ) และ ( $f, x_o, y_o$ ) ซึ่งใช้ค่าเริ่มต้นในตารางที่ 3.21 สนามวัดสอบแบบตารางกริดสามเหลี่ยม มาตรฐานภาพถ่าย 1:50 ผลลัพธ์ขององค์ประกอบรูปแบบจำลองที่ 2 ดังในตารางที่ 3.24 และความละเอียดถูกต้องของพารามิเตอร์ ดังในตารางที่ 3.25

ตารางที่ 3.24 ผลลัพธ์องค์ประกอบารจัดภาพ ตารางกริดสามเหลี่ยมมาตรฐานภาพถ่าย 1:50

Parameter	Omega( $\Omega$ )	Phi( $\phi$ )	Kappa(K)	Xo	Yo	Zo
Photo	(rad)	(rad)	(rad)	(m)	(m)	(m)
1	-0.100309	0.024467	0.003364	5.013110	5.023310	0.303751
2	-0.110366	-0.023337	1.575010	5.005170	5.044080	0.400801
3	-0.005857	-0.039897	3.137700	4.977560	5.010470	0.282713
4	-0.009986	-0.021946	4.746650	4.979350	5.006860	0.373477
5	0.543056	0.057307	-0.018424	5.026250	4.811910	0.295228
6	-0.149025	0.654405	1.675460	5.226380	5.047010	0.228545
7	-0.596637	0.110672	3.158130	5.044800	5.188520	0.272554
8	-0.094848	-0.788227	4.677840	4.738590	5.033380	0.224120
f	xo	yo				
(m)	(m)	(m)				
0.006021	-0.000094	-0.000151				

ตารางที่ 3.25 ความละเอียดขององค์ประกอบารจัดภาพ ตารางกริดสามเหลี่ยมมาตรฐานภาพถ่าย 1:50

Parameter	Omega( $\Omega$ )	Phi( $\phi$ )	Kappa(K)	Xo	Yo	Zo
Photo	(rad)	(rad)	(rad)	(m)	(m)	(m)
$\sigma$ (1)	0.008630	0.008717	0.001387	0.003445	0.006420	0.006621
$\sigma$ (2)	0.014390	0.014571	0.001835	0.008401	0.006515	0.009191
$\sigma$ (3)	0.007520	0.007468	0.001292	0.002987	0.005038	0.006769
$\sigma$ (4)	0.013074	0.013027	0.001578	0.007666	0.005595	0.009131
$\sigma$ (5)	0.016715	0.008283	0.001988	0.002116	0.004470	0.007201
$\sigma$ (6)	0.009360	0.016804	0.005767	0.004470	0.001435	0.005479
$\sigma$ (7)	0.016912	0.008068	0.002512	0.001937	0.004589	0.006621
$\sigma$ (8)	0.010807	0.017569	0.007406	0.005640	0.001269	0.005204
f	xo	yo				
$\sigma$	$\sigma$	$\sigma$				
(m)	(m)	(m)				
0.000144	0.000041	0.000101				

3.5.3.5 ผลลัพธ์การหาค่าองค์ประกอบการจัดภาพภายในและการจัดภาพภายนอก  
ในรูปแบบจำลองที่ 3 ( $\omega, \phi, K, X_o, Y_o, Z_o$ ) และ ( $f, x_o, y_o, k_1, k_2, p_1, p_2$ ) ซึ่งใช้ค่าเริ่มต้นในตารางที่ 3.21  
สนามวัดสอบแบบตารางกริดสามเหลี่ยม มาตรฐานภาพถ่าย 1:50 ผลลัพธ์ขององค์ประกอบรูปแบบ  
จำลองที่ 3 ดังในตารางที่ 3.26 และความละเอียดของพารามิเตอร์ ดังในตารางที่ 3.27

ตารางที่ 3.26 ผลลัพธ์องค์ประกอบการจัดภาพ ตารางกริดสามเหลี่ยมมาตรฐานภาพถ่าย 1:50

Parameter	Omega( $\omega$ )	Phi( $\phi$ )	Kappa(K)	Xo	Yo	Zo
Photo	(rad)	(rad)	(rad)	(m)	(m)	(m)
1	-0.100309	0.024467	0.003364	5.013110	5.023310	0.303751
2	-0.110366	-0.023337	1.575010	5.005170	5.044080	0.400801
3	-0.005857	-0.039897	3.137700	4.977560	5.010470	0.282713
4	-0.009986	-0.021946	4.746650	4.979350	5.006860	0.373477
5	0.543056	0.057307	-0.018424	5.026250	4.811910	0.295228
6	-0.149025	0.654405	1.675460	5.226380	5.047010	0.228545
7	-0.596637	0.110672	3.158130	5.044800	5.188520	0.272554
8	-0.094848	-0.788227	4.677840	4.738590	5.033380	0.224120
f	xo	yo				
(m)	(m)	(m)				
0.006021	-0.000094	-0.000151				

ตารางที่ 3.27 ความละเอียดขององค์ประกอบการจัดภาพ ตารางกริดสามเหลี่ยมมาตรฐานภาพถ่าย 1:50

Parameter	Omega( $\omega$ )	Phi( $\phi$ )	Kappa(K)	Xo	Yo	Zo
Photo	(rad)	(rad)	(rad)	(m)	(m)	(m)
$\sigma$ (1)	0.008630	0.008717	0.001387	0.003445	0.006420	0.006621
$\sigma$ (2)	0.014390	0.014571	0.001835	0.008401	0.006515	0.009191
$\sigma$ (3)	0.007520	0.007468	0.001292	0.002987	0.005038	0.006769
$\sigma$ (4)	0.013074	0.013027	0.001578	0.007666	0.005595	0.009131
$\sigma$ (5)	0.016715	0.008283	0.001988	0.002116	0.004470	0.007201
$\sigma$ (6)	0.009360	0.016804	0.005767	0.004470	0.001435	0.005479
$\sigma$ (7)	0.016912	0.008068	0.002512	0.001937	0.004589	0.006621
$\sigma$ (8)	0.010807	0.017569	0.007406	0.005640	0.001269	0.005204
f	xo	yo				
$\sigma$	$\sigma$	$\sigma$				
(m)	(m)	(m)				
0.000144	0.000041	0.000101				

### 3.5.4 การวัดสอบกล้องถ่ายภาพแบบตารางกริดสามเหลี่ยม มาตรฐานภาพถ่าย 1:100

3.5.4.1 ค่าพารามิเตอร์เบื้องต้น การวัดสอบกล้องถ่ายภาพบนสนามวัดสอบแบบตารางกริดสามเหลี่ยมที่มาตรฐาน 1:100 จุดควบคุมภาพถ่ายบนสนามวัดสอบ(X,Y,Z=0) การคำนวณค่าประมาณของระยะห่างของการถ่ายภาพจากรูปภาพที่ 3.7 ประมาณ 0.300 เมตร ในงานวิจัยใช้การถ่ายภาพทั้งหมด 8 ภาพ เริ่มจากภาพถ่ายที่ 1 , 2 , 3 , 4 เป็นการถ่ายภาพจากด้านบนและหมุนการถ่ายภาพที่ละ 90 องศา ภาพถ่ายที่ 5 , 6 , 7 , 8 เป็นการถ่ายภาพเอียงทำมุมกับสนามวัดสอบประมาณ 45 องศา และหมุนการถ่ายภาพที่ละ 90 องศาเช่นกัน ดังรูปในหน้าถัดไป การเตรียมข้อมูลของค่าเริ่มต้นภาพถ่าย ทางคำนวณได้จากวิธีการถ่ายภาพ และค่าพิกัดของจุดเปิดถ่ายภาพได้จาก การประมาณของจุดเปิดถ่ายภาพ โดยใช้เทปเหล็กวัด ดังตารางค่าเริ่มต้น

ตารางที่ 3.28 องค์ประกอบการจัดภาพเบื้องต้น แบบตารางกริดสามเหลี่ยม มาตรฐานภาพถ่าย 1:100

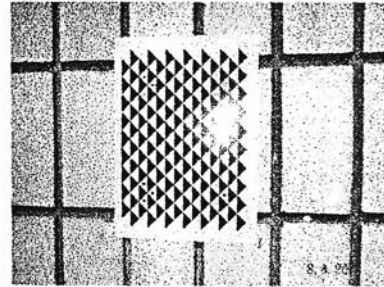
Parameter	Omega( $\omega$ )	Phi( $\phi$ )	Kappa(K)	Xo	Yo	Zo
Photo	(rad)	(rad)	(rad)	(m)	(m)	(m)
1	0.000000	0.000000	0.000000	5.0000	5.0000	0.6000
2	0.000000	0.000000	1.571000	5.0000	5.0000	0.6000
3	0.000000	0.000000	3.142000	5.0000	5.0000	0.6000
4	0.000000	0.000000	4.712000	5.0000	5.0000	0.6000
5	0.524000	0.000000	0.000000	5.0000	4.7500	0.6000
6	0.000000	0.524000	1.571000	5.5000	5.0000	0.3500
7	-0.524000	0.000000	3.142000	5.0000	5.2500	0.6000
8	0.000000	-0.524000	4.712000	4.5000	5.0000	0.3500
f	xo	yo	k1	k2	p1	p2
(m)	(m)	(m)				
0.0060	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

ค่าเริ่มต้นขององค์ประกอบการจัดภาพภายนอก ( $\omega, \phi, K, X_o, Y_o, Z_o$ ) ใช้ในการคำนวณทุกรูปแบบจำลอง และค่าเริ่มต้นขององค์ประกอบการจัดภาพภายในแบ่งเป็น รูปแบบจำลองที่ 1 (f) รูปแบบจำลองที่ 2 (f,xo,yo) และรูปแบบจำลองที่ 3 (f,xo,yo,k1,k2,p1,p2) ใช้วิธีการคำนวณปรับแก้ ซึ่งจะได้อัลลิพัทธ์และความละเอียดขององค์ประกอบการจัดภาพทั้งหมด

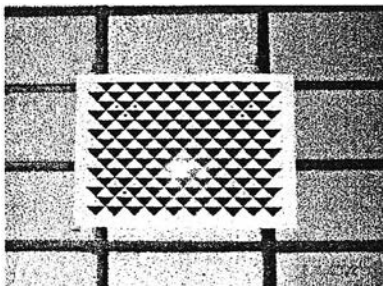
3.5.4.2 ภาพถ่ายบนสนามวัดสอบแบบตารางกริดสามเหลี่ยม มาตรฐานภาพถ่าย 1:100 การถ่ายภาพเก็บข้อมูลสำหรับการคำนวณหาองค์ประกอบการจัดภาพถ่ายภาพตามรูปภาพที่ 3.8 ซึ่งเป็นวิธีการถ่ายภาพบนสนามวัดสอบทั้งหมด 8 ภาพ



ภาพถ่ายที่ 1



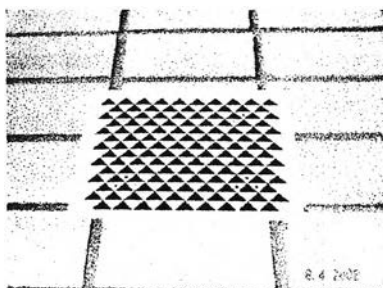
ภาพถ่ายที่ 2



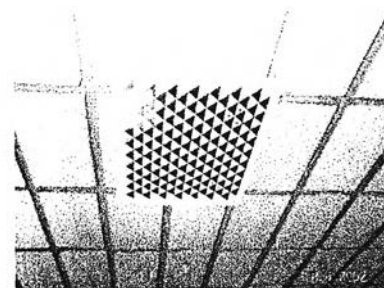
ภาพถ่ายที่ 3



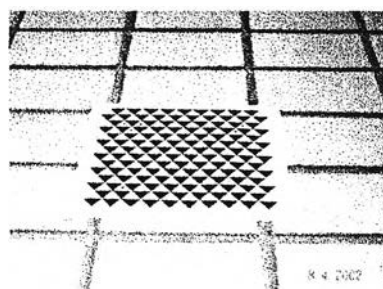
ภาพถ่ายที่ 4



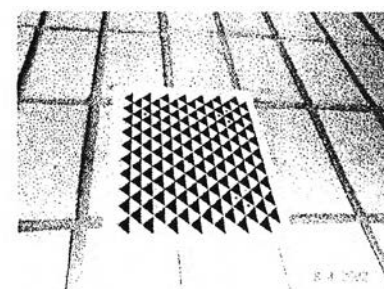
ภาพถ่ายที่ 5



ภาพถ่ายที่ 6



ภาพถ่ายที่ 7



ภาพถ่ายที่ 8

รูปภาพที่ 3.13 การถ่ายภาพเก็บข้อมูลบนสนามวัดสอบแบบตารางกริดสามเหลี่ยม มาตรฐานภาพถ่าย 1:100

3.5.4.3 ผลลัพธ์การหาค่าประกอบการจัดภาพภายในและการจัดภาพภายนอก  
ในรูปแบบจำลองที่ 1 ( $\omega, \phi, \kappa, X_o, Y_o, Z_o$ ) และ ( $f$ ) ซึ่งใช้ค่าเริ่มต้นในตารางที่ 3.28 สนามวัดสอบแบบ  
ตารางกริดสามเหลี่ยม มาตรฐานภาพถ่าย 1:100 ผลลัพธ์ขององค์ประกอบรูปแบบจำลองที่ 1 ดังใน  
ตารางที่ 3.29 และความละเอียดถูกต้องของพารามิเตอร์ ดังในตารางที่ 3.30

ตารางที่ 3.29 ผลลัพธ์องค์ประกอบการจัดภาพ ตารางกริดสามเหลี่ยมมาตรฐานภาพถ่าย 1:100

Parameter	Omega( $\omega$ )	Phi( $\phi$ )	Kappa( $\kappa$ )	Xo	Yo	Zo
Photo	(rad)	(rad)	(rad)	(m)	(m)	(m)
1	-0.090968	0.010403	0.009975	5.021420	5.059010	0.580497
2	-0.135174	-0.022559	1.579720	4.992570	5.108290	0.616373
3	-0.064108	-0.027007	3.142170	4.968770	5.035140	0.583693
4	-0.071785	-0.036973	4.717460	4.985190	5.021430	0.644764
5	0.573301	0.025426	0.007454	5.028650	4.677160	0.496369
6	-0.218495	0.874829	-1.370750	5.481710	5.066530	0.391986
7	-0.670319	-0.010565	3.155800	4.967590	5.389940	0.498651
8	-0.228441	-0.813784	4.560990	4.588390	5.070330	0.378872
f						
(m)						
0.006161						

ตารางที่ 3.30 ความละเอียดขององค์ประกอบการจัดภาพ ตารางกริดสามเหลี่ยมมาตรฐานภาพถ่าย 1:100

Parameter	Omega( $\omega$ )	Phi( $\phi$ )	Kappa( $\kappa$ )	Xo	Yo	Zo
Photo	(rad)	(rad)	(rad)	(m)	(m)	(m)
$\sigma$ (1)	0.017198	0.017423	0.001602	0.010340	0.010139	0.010071
$\sigma$ (2)	0.015509	0.015891	0.001677	0.010091	0.009770	0.010777
$\sigma$ (3)	0.018671	0.018679	0.001637	0.011109	0.011028	0.010129
$\sigma$ (4)	0.024393	0.024357	0.002096	0.015974	0.015879	0.011111
$\sigma$ (5)	0.005726	0.005959	0.001886	0.003598	0.006381	0.008562
$\sigma$ (6)	0.005689	0.003432	0.003219	0.008203	0.002420	0.006799
$\sigma$ (7)	0.005387	0.005615	0.002041	0.003611	0.007307	0.008657
$\sigma$ (8)	0.005249	0.003354	0.002721	0.007040	0.002207	0.006439
f						
$\sigma$						
(m)						
0.000106						

3.5.4.4 ผลลัพธ์การหาค่าประกอบการจัดภาพภายในและการจัดภาพภายนอก ในรูปแบบจำลองที่ 2 ( $\omega, \phi, \kappa, X_o, Y_o, Z_o$ ) และ ( $f, x_o, y_o$ ) ซึ่งใช้ค่าเริ่มต้นในตารางที่ 3.28 สนามวัด สอบแบบตารางกริดสามเหลี่ยม มาตรฐานภาพถ่าย 1:50 ผลลัพธ์ขององค์ประกอบรูปแบบจำลองที่ 2 ดังในตารางที่ 3.31 และความละเอียดถูกต้องของพารามิเตอร์ ดังในตารางที่ 3.32

ตารางที่ 3.31 ผลลัพธ์องค์ประกอบการจัดภาพ ตารางกริดสามเหลี่ยมมาตรฐานภาพถ่าย 1:100

Parameter	Omega( $\omega$ )	Phi( $\phi$ )	Kappa( $\kappa$ )	Xo	Yo	Zo
Photo	(rad)	(rad)	(rad)	(m)	(m)	(m)
1	-0.095691	0.009535	0.010082	5.019370	5.048880	0.574335
2	-0.133952	-0.032028	1.580410	4.999930	5.105010	0.609485
3	-0.060444	-0.027635	3.142660	4.970190	5.044800	0.575503
4	-0.069192	-0.033045	4.717270	4.974490	5.020840	0.635856
5	0.553379	0.028218	0.008057	5.028600	4.680630	0.489573
6	-0.222656	0.895370	-1.367620	5.475970	5.066250	0.387659
7	-0.649827	-0.013504	3.156050	4.967350	5.385190	0.491866
8	-0.219606	-0.793625	4.567270	4.593490	5.069030	0.373900
f	xo	yo				
(m)	(m)	(m)				
0.006083	-0.000017	-0.000129				

ตารางที่ 3.32 ความละเอียดขององค์ประกอบการจัดภาพ ตารางกริดสามเหลี่ยมมาตรฐานภาพถ่าย 1:100

Parameter	Omega( $\omega$ )	Phi( $\phi$ )	Kappa( $\kappa$ )	Xo	Yo	Zo
Photo	(rad)	(rad)	(rad)	(m)	(m)	(m)
$\sigma$ (1)	0.017916	0.018123	0.001702	0.011747	0.012381	0.010654
$\sigma$ (2)	0.016525	0.017037	0.001760	0.011141	0.010549	0.011531
$\sigma$ (3)	0.017906	0.017855	0.001604	0.011874	0.011981	0.011305
$\sigma$ (4)	0.023449	0.023385	0.002058	0.016709	0.016456	0.012288
$\sigma$ (5)	0.014260	0.012772	0.001867	0.003516	0.006614	0.009464
$\sigma$ (6)	0.021313	0.014006	0.015840	0.008809	0.002387	0.007211
$\sigma$ (7)	0.014542	0.013027	0.001977	0.003525	0.007754	0.009513
$\sigma$ (8)	0.018006	0.014139	0.012561	0.007608	0.002305	0.007081
f	xo	yo				
$\sigma$	$\sigma$	$\sigma$				
(m)	(m)	(m)				
0.000116	0.000073	0.000085				



3.5.4.5 ผลลัพธ์การหาค่าประกอบการจัดภาพภายในและการจัดภาพภายนอก  
ในรูปแบบจำลองที่ 3 ( $\omega, \phi, K, X_o, Y_o, Z_o$ ) และ ( $f, x_o, y_o, k_1, k_2, p_1, p_2$ ) ซึ่งใช้ค่าเริ่มต้นในตารางที่ 3.28  
สนามวัดสอบแบบตารางกริดสามเหลี่ยม มาตรฐานภาพถ่าย 1:100 ผลลัพธ์ขององค์ประกอบรูปแบบ  
จำลองที่ 3 ดังในตารางที่ 3.33 และความละเอียดถูกต้องของพารามิเตอร์ ดังในตารางที่ 3.34

ตารางที่ 3.33 ผลลัพธ์องค์ประกอบการจัดภาพ ตารางกริดสามเหลี่ยมมาตรฐานภาพถ่าย 1:100

Parameter	Omega( $\omega$ )	Phi( $\phi$ )	Kappa(K)	Xo	Yo	Zo
Photo	(rad)	(rad)	(rad)	(m)	(m)	(m)
1	-0.114915	0.025161	0.010642	5.018975	5.046575	0.572900
2	-0.155324	-0.051997	1.580644	5.001818	5.107791	0.606579
3	-0.036434	-0.047661	3.143784	4.968163	5.043995	0.573682
4	-0.053557	-0.008125	4.718229	4.975921	5.021174	0.633923
5	0.529064	0.045779	0.008862	5.029294	4.682167	0.488633
6	-0.204877	0.919335	-1.381648	5.474194	5.066624	0.387279
7	-0.625530	-0.029873	3.156898	4.967208	5.383636	0.491203
8	-0.191685	-0.772465	4.587168	4.594807	5.068654	0.373352
f	xo	yo	k1	k2	p1	p2
(m)	(m)	(m)				
0.006069	-0.000116	-0.000266	0.000577	0.000000	-1.380109	-1.861649

ตารางที่ 3.34 ความละเอียดขององค์ประกอบการจัดภาพ ตารางกริดสามเหลี่ยมมาตรฐานภาพถ่าย 1:100

Parameter	Omega( $\omega$ )	Phi( $\phi$ )	Kappa(K)	Xo	Yo	Zo
Photo	(rad)	(rad)	(rad)	(m)	(m)	(m)
$\sigma$ (1)	0.029880	0.030295	0.002344	0.014196	0.015158	0.012560
$\sigma$ (2)	0.032816	0.033306	0.002202	0.014311	0.013055	0.014079
$\sigma$ (3)	0.038036	0.037791	0.002350	0.014185	0.014494	0.013481
$\sigma$ (4)	0.041481	0.041481	0.002470	0.019429	0.019143	0.014543
$\sigma$ (5)	0.033531	0.032695	0.002353	0.004513	0.008085	0.011179
$\sigma$ (6)	0.045190	0.028398	0.036042	0.010544	0.003097	0.008500
$\sigma$ (7)	0.032936	0.032000	0.002510	0.004361	0.009347	0.011143
$\sigma$ (8)	0.043830	0.032050	0.029899	0.009065	0.002976	0.008273
f	xo	yo	k1	k2	p1	p2
$\sigma$	$\sigma$	$\sigma$	$\sigma$	$\sigma$	$\sigma$	$\sigma$
(m)	(m)	(m)				
0.000137	0.000176	0.000181	0.000397	0.000000	2.315205	2.311856

### 3.5.5 การวัดสอบกล้องถ่ายภาพแบบตารางกริดสามเหลี่ยม มาตรฐานภาพถ่าย 1:300

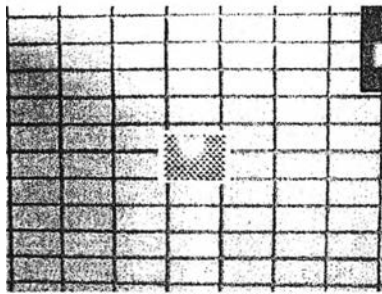
3.5.5.1 ค่าพารามิเตอร์เบื้องต้น การวัดสอบกล้องถ่ายภาพบนสนามวัดสอบแบบตารางกริดสามเหลี่ยมที่มาตรฐาน 1:300 จุดควบคุมภาพถ่ายบนสนามวัดสอบ(X,Y,Z=0) การคำนวณค่าประมาณของระยะห่างของการถ่ายภาพจากรูปภาพที่ 3.7 ประมาณ 1.800 เมตร ในงานวิจัยใช้การถ่ายภาพทั้งหมด 8 ภาพ เริ่มจากภาพถ่ายที่ 1 , 2 , 3 , 4 เป็นการถ่ายภาพจากด้านบนและหมุนการถ่ายภาพทีละ 90 องศา ภาพถ่ายที่ 5 , 6 , 7 , 8 เป็นการถ่ายภาพเอียงทำมุมกับสนามวัดสอบประมาณ 45 องศา และหมุนการถ่ายภาพทีละ 90 องศาเช่นกัน ดังรูปในหน้าถัดไป การเตรียมข้อมูลของค่าเริ่มต้นภาพถ่าย ทางคำนวณได้จากวิธีการถ่ายภาพ และค่าพิกัดของจุดเปิดถ่ายภาพได้จาก การประมาณของจุดเปิดถ่ายภาพ โดยใช้เทปเหล็กวัด ดังตารางค่าเริ่มต้น

ตารางที่ 3.35 องค์ประกอบการจัดภาพเบื้องต้น แบบตารางกริดสามเหลี่ยม มาตรฐานภาพถ่าย 1:300

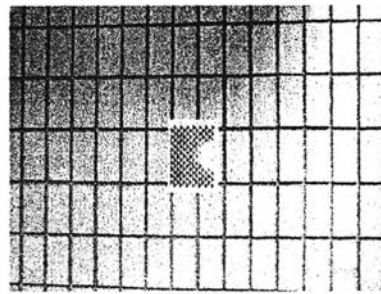
Parameter	Omega( $\omega$ )	Phi( $\phi$ )	Kappa(K)	Xo	Yo	Zo
Photo	(rad)	(rad)	(rad)	(m)	(m)	(m)
1	0.000000	0.000000	0.000000	5.0000	5.0000	1.8000
2	0.000000	0.000000	1.571000	5.0000	5.0000	1.8000
3	0.000000	0.000000	3.142000	5.0000	5.0000	1.8000
4	0.000000	0.000000	4.712000	5.0000	5.0000	1.8000
5	0.524000	0.000000	0.000000	5.0000	4.5000	1.8000
6	0.000000	0.524000	1.571000	6.8000	5.0000	1.2000
7	-0.524000	0.000000	3.142000	5.0000	5.5000	1.8000
8	0.000000	-0.524000	4.712000	3.2000	5.0000	1.2000
f	xo	yo	k1	k2	p1	p2
(m)	(m)	(m)				
0.0060	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

ค่าเริ่มต้นขององค์ประกอบการจัดภาพภายนอก ( $\omega, \phi, K, X_o, Y_o, Z_o$ ) ใช้ในการคำนวณทุกรูปแบบจำลอง และค่าเริ่มต้นขององค์ประกอบการจัดภาพภายในแบ่งเป็น รูปแบบจำลองที่ 1 (f) รูปแบบจำลองที่ 2 (f,xo,yo) และรูปแบบจำลองที่ 3 (f,xo,yo,k1,k2,p1,p2) ใช้วิธีการคำนวณปรับแก้ ซึ่งจะได้อัลบั้มและความละเอียดขององค์ประกอบการจัดภาพทั้งหมด

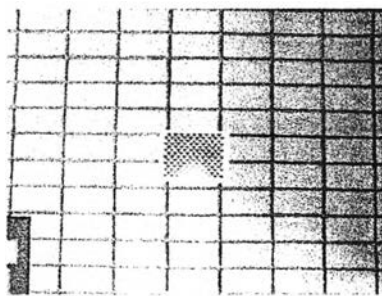
3.5.5.2 ภาพถ่ายบนสนามวัดสอบแบบตารางกริดสามเหลี่ยม มาตรฐานภาพถ่าย 1:300 การถ่ายภาพเก็บข้อมูลสำหรับการคำนวณหาองค์ประกอบการจัดภาพ ถ่ายภาพตามรูปภาพที่ 3.8 ซึ่งเป็นวิธีการถ่ายภาพบนสนามวัดสอบทั้งหมด 8 ภาพ



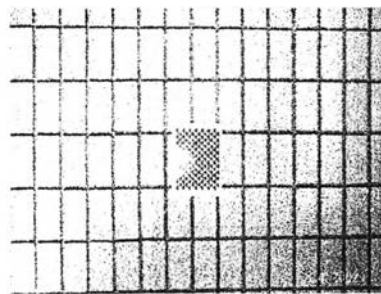
ภาพถ่ายที่ 1



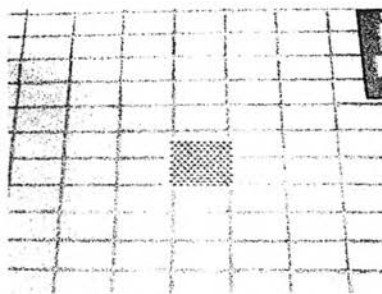
ภาพถ่ายที่ 2



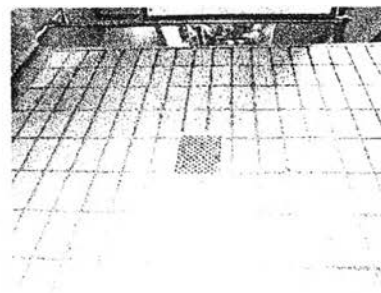
ภาพถ่ายที่ 3



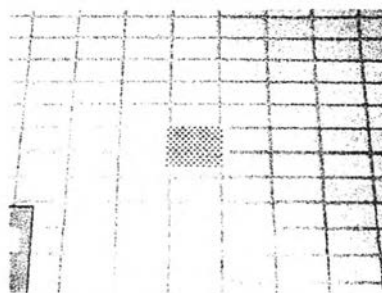
ภาพถ่ายที่ 4



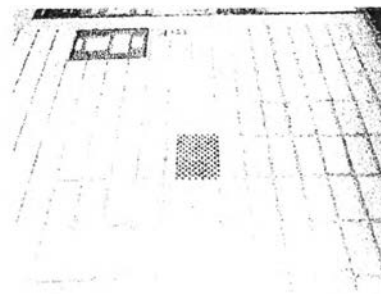
ภาพถ่ายที่ 5



ภาพถ่ายที่ 6



ภาพถ่ายที่ 7



ภาพถ่ายที่ 8

รูปภาพที่ 3.14 การถ่ายภาพเก็บข้อมูลบนสนามวัดสอบแบบตารางกริดสามเหลี่ยม มาตรฐานภาพถ่าย 1:300

### 3.5.5.3 ผลลัพธ์การหาค่าประกอบารจัดภาพภายในและการจัดภาพภายนอก

ในรูปแบบจำลองที่ 1 ( $\omega, \phi, K, X_o, Y_o, Z_o$ ) และ ( $f$ ) ซึ่งใช้ค่าเริ่มต้นในตารางที่ 3.35 สนามวัดสอบแบบตารางกริดสามเหลี่ยม มาตรฐานภาพถ่าย 1:300 ผลลัพธ์ขององค์ประกอบรูปแบบจำลองที่ 1 ดังในตารางที่ 3.36 และความละเอียดถูกต้องของพารามิเตอร์ ดังในตารางที่ 3.37

ตารางที่ 3.36 ผลลัพธ์องค์ประกอบารจัดภาพ ตารางกริดสามเหลี่ยมมาตรฐานภาพถ่าย 1:300

Parameter	Omega( $\omega$ )	Phi( $\phi$ )	Kappa(K)	Xo	Yo	Zo
Photo	(rad)	(rad)	(rad)	(m)	(m)	(m)
1	-0.070877	0.043778	0.009569	5.085500	5.163390	1.835180
2	-0.077984	0.067449	1.584810	5.092310	5.165240	1.864190
3	-0.079375	0.017519	3.164730	5.021940	5.135910	1.886400
4	-0.081819	-0.022930	4.716990	4.989690	5.151970	1.884170
5	0.272273	0.031062	0.005600	5.039990	4.563950	1.728180
6	-0.130089	0.886877	1.682150	6.432630	5.152650	1.179200
7	-0.251765	-0.026576	3.154730	4.930590	5.511100	1.892890
8	0.002878	-0.741380	4.707230	3.741980	4.976810	1.404950
f						
(m)						
0.006411						

ตารางที่ 3.37 ความละเอียดขององค์ประกอบารจัดภาพ ตารางกริดสามเหลี่ยมมาตรฐานภาพถ่าย 1:300

Parameter	Omega( $\omega$ )	Phi( $\phi$ )	Kappa(K)	Xo	Yo	Zo
Photo	(rad)	(rad)	(rad)	(m)	(m)	(m)
$\sigma$ (1)	0.040295	0.040285	0.002202	0.074667	0.075165	0.150757
$\sigma$ (2)	0.040777	0.040693	0.002320	0.076846	0.077431	0.152856
$\sigma$ (3)	0.052493	0.052674	0.002657	0.099841	0.100078	0.154776
$\sigma$ (4)	0.048878	0.049054	0.002496	0.092911	0.093356	0.154533
$\sigma$ (5)	0.017255	0.017307	0.002674	0.031100	0.047330	0.141613
$\sigma$ (6)	0.007137	0.004521	0.004013	0.117393	0.014937	0.096539
$\sigma$ (7)	0.017865	0.017905	0.002553	0.035519	0.054246	0.155462
$\sigma$ (8)	0.007872	0.005757	0.003563	0.103396	0.011064	0.115050
f						
$\sigma$						
(m)						
0.000526						

### 3.5.5.4 ผลลัพธ์การหาค่าประกอบการจัดภาพภายในและการจัดภาพภายนอก

ในรูปแบบจำลองที่ 2 ( $\Omega, \phi, K, X_o, Y_o, Z_o$ ) และ ( $f, x_o, y_o$ ) ซึ่งใช้ค่าเริ่มต้นในตารางที่ 3.35 สนามวัดสอบแบบตารางกริดสามเหลี่ยม มาตรฐานภาพถ่าย 1:50 ผลลัพธ์ขององค์ประกอบรูปแบบจำลองที่ 2 ดังในตารางที่ 3.38 และความละเอียดของพารามิเตอร์ ดังในตารางที่ 3.39

ตารางที่ 3.38 ผลลัพธ์องค์ประกอบการจัดภาพ ตารางกริดสามเหลี่ยมมาตรฐานภาพถ่าย 1:300

Parameter	Omega( $\Omega$ )	Phi( $\phi$ )	Kappa(K)	Xo	Yo	Zo
Photo	(rad)	(rad)	(rad)	(m)	(m)	(m)
1	-0.158511	0.056803	0.013904	5.065500	5.140750	1.633300
2	-0.068490	0.003770	1.585740	5.126480	5.100740	1.658590
3	-0.032953	0.010264	3.163980	5.037580	5.196970	1.669630
4	-0.056287	0.029912	4.716010	4.927950	5.126420	1.675500
5	0.189825	0.042617	0.009192	5.020140	4.601730	1.532850
6	-0.143485	0.796254	1.692970	6.277450	5.133570	1.046280
7	-0.178167	-0.038128	3.158510	4.949960	5.490070	1.677600
8	0.027260	-0.653689	4.723520	3.877320	4.980480	1.245180
f	xo	yo				
(m)	(m)	(m)				
0.005681	-0.000119	-0.000526				

ตารางที่ 3.39 ความละเอียดขององค์ประกอบการจัดภาพ ตารางกริดสามเหลี่ยมมาตรฐานภาพถ่าย 1:300

Parameter	Omega( $\Omega$ )	Phi( $\phi$ )	Kappa(K)	Xo	Yo	Zo
Photo	(rad)	(rad)	(rad)	(m)	(m)	(m)
$\sigma$ (1)	0.061191	0.058815	0.005370	0.066932	0.066149	0.140663
$\sigma$ (2)	0.043364	0.042662	0.002425	0.077565	0.079142	0.143982
$\sigma$ (3)	0.034271	0.034026	0.002709	0.070984	0.070204	0.146550
$\sigma$ (4)	0.046433	0.046233	0.002231	0.087161	0.089625	0.143843
$\sigma$ (5)	0.031718	0.029637	0.002835	0.030249	0.040818	0.134338
$\sigma$ (6)	0.045972	0.035611	0.035138	0.108726	0.014205	0.091335
$\sigma$ (7)	0.028927	0.026449	0.003312	0.035829	0.045912	0.147238
$\sigma$ (8)	0.039576	0.034969	0.026266	0.095205	0.010487	0.108885
f	xo	yo				
$\sigma$	$\sigma$	$\sigma$				
(m)	(m)	(m)				
0.000498	0.000194	0.000202				

3.5.5.5 ผลลัพธ์การหาองค์ประกอบการจัดภาพภายในและการจัดภาพภายนอก  
ในรูปแบบจำลองที่ 3 ( $\omega, \phi, \kappa, X_o, Y_o, Z_o$ ) และ ( $f, x_o, y_o, k_1, k_2, p_1, p_2$ ) ซึ่งใช้ค่าเริ่มต้นในตารางที่ 3.35  
สนามวัดสอบแบบตารางกริดสามเหลี่ยม มาตรฐานภาพถ่าย 1:100 ผลลัพธ์ขององค์ประกอบรูปแบบ  
จำลองที่ 3 ดังในตารางที่ 3.33 และความละเอียดถูกต้องของพารามิเตอร์ ดังในตารางที่ 3.34

ตารางที่ 3.40 ผลลัพธ์องค์ประกอบการจัดภาพ ตารางกริดสามเหลี่ยมมาตรฐานภาพถ่าย 1:300

Parameter	Omega( $\omega$ )	Phi( $\phi$ )	Kappa( $\kappa$ )	Xo	Yo	Zo
Photo	(rad)	(rad)	(rad)	(m)	(m)	(m)
1	-0.159044	0.057034	0.013958	5.065391	5.139354	1.632555
2	-0.069438	0.002046	1.585757	5.125770	5.101813	1.657620
3	-0.030904	0.009910	3.163960	5.037404	5.195705	1.668895
4	-0.056444	0.031809	4.716007	4.928932	5.127103	1.674512
5	0.188210	0.043092	0.009228	5.020422	4.602369	1.532156
6	-0.143717	0.794799	1.693106	6.276694	5.133570	1.045834
7	-0.176374	-0.038532	3.158565	4.949750	5.489090	1.676930
8	0.027652	-0.652233	4.723751	3.878042	4.980432	1.244659
f	xo	yo	k1	k2	p1	p2
(m)	(m)	(m)				
0.005678	-0.000121	-0.000534	-0.000001	0.000000	-0.021137	-0.114865

ตารางที่ 3.41 ความละเอียดองค์ประกอบการจัดภาพ ตารางกริดสามเหลี่ยมมาตรฐานภาพถ่าย 1:300

Parameter	Omega( $\omega$ )	Phi( $\phi$ )	Kappa( $\kappa$ )	Xo	Yo	Zo
Photo	(rad)	(rad)	(rad)	(m)	(m)	(m)
$\sigma$ (1)	0.073425	0.070623	0.006509	0.080764	0.079813	0.169231
$\sigma$ (2)	0.052205	0.051337	0.002925	0.092830	0.094798	0.173170
$\sigma$ (3)	0.041409	0.041146	0.003297	0.085461	0.084539	0.176341
$\sigma$ (4)	0.055837	0.055589	0.002691	0.104366	0.107368	0.173002
$\sigma$ (5)	0.038237	0.035804	0.003412	0.036294	0.048989	0.161638
$\sigma$ (6)	0.055276	0.042806	0.042201	0.130798	0.017085	0.109901
$\sigma$ (7)	0.034822	0.031932	0.003988	0.043001	0.055046	0.177178
$\sigma$ (8)	0.047622	0.042046	0.031556	0.114523	0.012578	0.131021
f	xo	yo	k1	k2	p1	p2
$\sigma$	$\sigma$	$\sigma$	$\sigma$	$\sigma$	$\sigma$	$\sigma$
(m)	(m)	(m)				
0.000599	0.000233	0.000242	0.000001	0.000000	0.004022	0.012481