

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

วิธีดำเนินการวิจัยในการหาความเหมาะสมของการใช้กล้องดิจิทัลในการวัดแบบจำลองรถยนต์ พิจารณาความเหมาะสมทั้งจากค่าความถูกต้องทางตำแหน่งที่แสดงด้วยค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย (Average Error) ที่เปรียบเทียบกับแบบจำลองรถยนต์ที่ได้จากการรังวัดด้วยกล้องประมวลผลรวม และพิจารณาถึงวิธีการที่ให้ความสะดวกในการวัดแบบจำลองรถยนต์ด้วยกล้องถ่ายภาพดิจิทัล การดำเนินการเริ่มต้นจากการพิจารณาจุดสัญญาณ โดยตำแหน่งที่พิจารณาเป็นตำแหน่งเดียวกันทำให้จุดสัญญาณที่ใช้ในการวัดแบบจำลองรถยนต์ทั้งสองวิธีสามารถใช้ร่วมกันได้

ภายหลังจากการสร้างจุดสัญญาณจะเป็นการพิจารณาการวัดแบบจำลองด้วยกล้องประมวลผลรวม ที่จำเป็นต้องให้แบบจำลองรถยนต์จากวิธีนี้มีความถูกต้องทางตำแหน่งสูงกว่าวิธีการวัดแบบจำลองด้วยกล้องถ่ายภาพดิจิทัล โดยการพิจารณาค่าความละเอียดในการวัดมุมของกล้องประมวลผลรวม เนื่องจากลักษณะในการวัดแบบจำลองเป็นการรังวัดแบบเล็งสกัดที่อาศัยการวัดมุมราบและมุมตั้งจากเส้นฐาน ความยาวของเส้นฐานได้จากเทปวัดระยะและกำหนดความยาวนั้นให้เหมาะสมกับการมองเห็นตำแหน่งที่ต้องการรังวัด ข้อมูลการรังวัดบันทึกในรูปแบบอิเล็กทรอนิกส์และประมวลผลด้วยโปรแกรมทำงานสำรวจเพื่อลดทอนข้อผิดพลาดอันเกิดจากผู้รังวัด อีกทั้งข้อมูลที่ได้อยู่ในรูปแบบเดียวกันกับแบบจำลองที่วัดด้วยกล้องถ่ายภาพดิจิทัล

การวัดแบบจำลองรถยนต์ด้วยกล้องถ่ายภาพดิจิทัลตามขอบเขตของการวิจัย เป็นการสร้างแบบจำลองรถยนต์ที่มีลักษณะของมุมมองและระยะห่างในการเปิดถ่ายต่างๆ ซึ่งถูกใช้ในการพิจารณาความเหมาะสมในการวัดแบบจำลอง กล้องถ่ายภาพดิจิทัล โกดัก ดีเอ็กซ์ 3900 ขยาย ใช้เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการบันทึกข้อมูลการวัด ผ่านการวัดสอบกล้องถ่ายภาพด้วยการหาค่าองค์ประกอบภายในซึ่งอาศัยโปรแกรมการวัดสอบกล้องถ่ายภาพดิจิทัล (Camera Calibrator 4.0) ข้อมูลภาพถ่ายในแต่ละชุดของการวัดแบบจำลองที่แตกกันด้วยตัวแปรในการถ่ายภาพ ประมวลผลการวัดตำแหน่งของจุดสัญญาณบนภาพถ่ายเป็นแบบจำลองที่ต้องการด้วยโปรแกรม (PhotoModeler Pro4.0) เพื่อนำค่าพิกัดสามมิติที่ได้ไปประมวลผลหาความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย ที่ใช้ในการพิจารณาหาความเหมาะสมในเชิงความถูกต้องของแบบจำลองรถยนต์ที่ต้องการ

3.1 การออกแบบจุดสัญญาณ (Signalize)

3.1.1 จุดสัญญาณสำหรับภาพถ่าย

จุดสัญญาณที่ใช้ในการวัดแบบจำลองด้วยภาพถ่ายเป็นตำแหน่งที่ถูกวัดค่าพิกัดของภาพถ่ายเพื่อใช้ในการประมวลผลพิกัดสามมิติของแบบจำลอง ความเหมาะสมของจุดสัญญาณมีผลต่อการวัดค่าพิกัดบนภาพถ่ายซึ่งส่งผลกระทบต่อความถูกต้องของแบบจำลอง ในทางปฏิบัติรูปร่างของจุดสัญญาณภาพถ่ายมักเป็นรูปวงกลม โดยตำแหน่งที่ใช้ในการกำหนดพิกัดภาพถ่ายเป็นตำแหน่งจุดศูนย์กลางกลางของวงกลม สำหรับเหตุสำคัญอื่นประการหนึ่งที่รูปร่างของจุดสัญญาณเป็นวงกลมก็คือ วิธีการประมวลผลภาพดิจิทัลสามารถจะหาตำแหน่งศูนย์กลางของกลุ่มข้อมูลภาพที่พิจารณาส่วนเล็กๆซึ่งมีค่าของสีแตกต่างกันได้ จึงสามารถทำการเลือกตำแหน่งศูนย์กลางของจุดสัญญาณในแบบอัตโนมัติซึ่งจะประหยัดเวลาในการวัดแบบจำลองไปได้มาก



รูปภาพที่ 3.1 จุดสัญญาณภาพถ่ายที่ควรเป็น

เมื่อรูปร่างที่เหมาะสมควรเป็นวงกลมแล้ว ขนาดของจุดสัญญาณพิจารณาขนาดเล็กสุดที่ต้องการซึ่งปรากฏบนภาพถ่าย ในทางปฏิบัติเลือกขนาดของจุดภาพเป็น 5 จุดภาพหรือมากกว่า สำหรับงานวิจัยนี้เลือกขนาด 7 จุดภาพ เนื่องจากการถ่ายภาพในสนามซึ่งการควบคุมแสงเงาทำได้ยาก ขนาดจริงของจุดสัญญาณเป็นคังสมการ

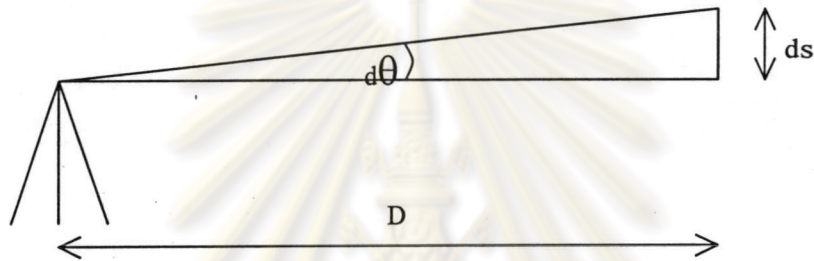
$$\begin{aligned} \text{ขนาดของจุดสัญญาณ} &= (3.5 \times 10^{-6}) * 7 * (5.5 / 0.006) \text{ เมตร} \\ &= 22.45 \text{ มิลลิเมตร} \end{aligned}$$

โดยที่ระยะห่างไกลสุดที่พิจารณาสำหรับงานวิจัยเป็น 5.5 เมตร ขณะที่ระยะโฟกัสของกล้องถ่ายภาพซึ่งได้จากการวัดสอบประมาณ 6 มิลลิเมตร และขนาดจริงของซีดีดีสำหรับกล้องถ่าย

3.2 การวัดแบบจำลองด้วยกล้องประมวลผลรวม

3.2.1 กล้องประมวลผลรวม

ความละเอียดของการอ่านค่ามุมมีผลต่อความถูกต้องทางตำแหน่ง พิจารณาความสัมพันธ์ของความละเอียดในการอ่านค่ามุมตามระยะทางดังรูปภาพที่ 3.4 เมื่อความละเอียดของการอ่านค่ามุมเป็น $d\theta$ และ ds เป็นความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นเนื่องจากระยะทาง D โดยที่ระยะทางเป็นระยะห่างของการเปิดถ่ายถูกกำหนดเป็น 2.0, 2.5, 3.0, 3.5, 4.0, 4.5 และ 5.0 เมตรตามลำดับ เพื่อใช้ในการกำหนดความละเอียดของกล้องประมวลผลรวมที่ใช้ในงานวิจัย



รูปภาพที่ 3.4 ความสัมพันธ์ของความละเอียดของค่ามุมกับความคลาดเคลื่อนตามระยะทาง

ระยะห่าง (เมตร)	ความคลาดเคลื่อน (เมตร)		
	0.01	0.001	0.0005
2	1031.3	103.1	51.6
2.5	825.1	82.5	41.3
3	687.5	68.8	34.4
3.5	589.3	58.9	29.5
4	515.7	51.6	25.8
4.5	458.4	45.8	22.9
5	412.5	41.3	20.6

ตารางที่ 3.1 ตารางแสดงค่าความละเอียดของกล้องประมวลผลรวมหน่วยเป็นฟิลิปดา

สำหรับงานวิจัยนี้เลือกใช้กล้องประมวลผลรวม SOKKIA POWERSET 2000 ความละเอียดของการอ่านค่ามุมเป็น 2 ฟิลิปดา เพื่อใช้ในการวัดแบบจำลองรถยนต์โดยวิธีแบบเล็งสกัดซึ่ง

ให้ความถูกต้องทางตำแหน่งในระดับมิลลิเมตร โดยพิจารณาความเสี่ยงต่อการเกิดความผิดพลาดของการปฏิบัติงานรังวัดในสนามอันเกิดจากผู้รังวัดและสภาพแวดล้อม ความสามารถในการบันทึกข้อมูลด้วยหน่วยความทรงจำภายในที่สามารถนำไปประมวลผลด้วยโปรแกรม SDR Mapping คุณสมบัติโดยทั่วไปของกล้องประมวลผลรวม SOKKIA POWERSET 2000 เป็นดังตารางที่ 3.2

Specification	
Size (without peep sights)	L165 x W62 x H80 mm. (6.5 x 2.5 x 3.2 in.)
Objective aperture	45 mm. (1.8 in.)
Magnification	30x
Image	Erect
Resolving power	3"
Field of view	1°30' (26 m./1,000 m.)
Minimum focus	1.0 m. (3.3 ft.)
Reticle illumination	Built-in (Bright/Dim , selectable)
Two-speed focusing	Provided
Unit	H&V 360°/400gon/Quad bmg/mil , selectable)
Display resolution	H&V 0.5" / 0.1mgon / 0.002 mil 1" / 0.2 mgon / 0.005 mil
Accuracy	H&V 2" (0.6 mgon)
(Standard deviation of mean of measurement taken in position I and II , according to DIN18723)	
Measurng time	Less than 0.5 seconds , continuous
Automatic dual-axis level compensator	Type Dual-axis liquid tilt sensor
	Range ±3' / (±55 mgon) out of range warning display
	Display resolution According to selection of display resolution
Collimation program	ON / OFF selectable

ตารางที่ 3.2 คุณสมบัติตัวไปของกล้องประมวลผลรวม SOKKIA POWERSET 2000

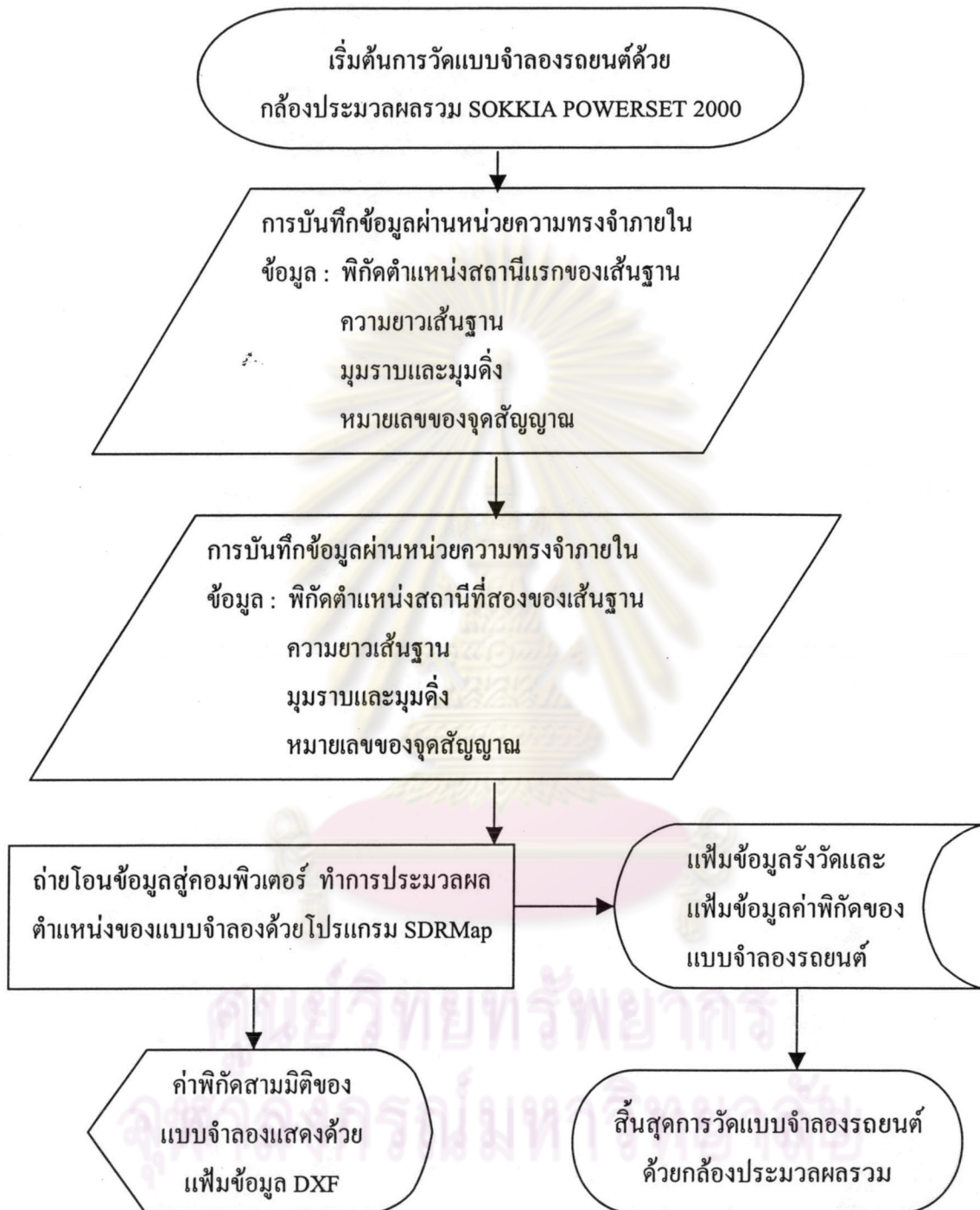
3.2.2 วิธีการรังวัดข้อมูลแบบจำลองด้วยกล้องประมวลผลรวม

ก่อนการปฏิบัติงานในสนามเพื่อทำการบันทึกข้อมูลรังวัดแบบจำลองรถยนต์ด้วยกล้องประมวลผลรวม จำเป็นต้องทำการตรวจสอบความถูกต้องเบื้องต้นของกล้องประมวลผลรวมที่ใช้ก่อนการปฏิบัติงานจริง โดยการตรวจสอบกระทำในส่วนของ การตรวจสอบความคลาดเคลื่อนของหลอดระดับทั้งฟองกลม(Circular Level) และหลอดระดับฟองกลม(Spirit Level) การตรวจสอบแกนของช่องมองดิ่ง(Optical Plummet) และการตรวจสอบความคลาดเคลื่อนของสายใยทั้งทางราบและทางดิ่ง(Vertical and Horizontal Collimations Error) ในการบันทึกข้อมูลรังวัดของมุมราบและดิ่งสามารถแก้ความคลาดเคลื่อนของสายใยได้โดยอาศัยความสามารถของกล้องประมวลผลรวม

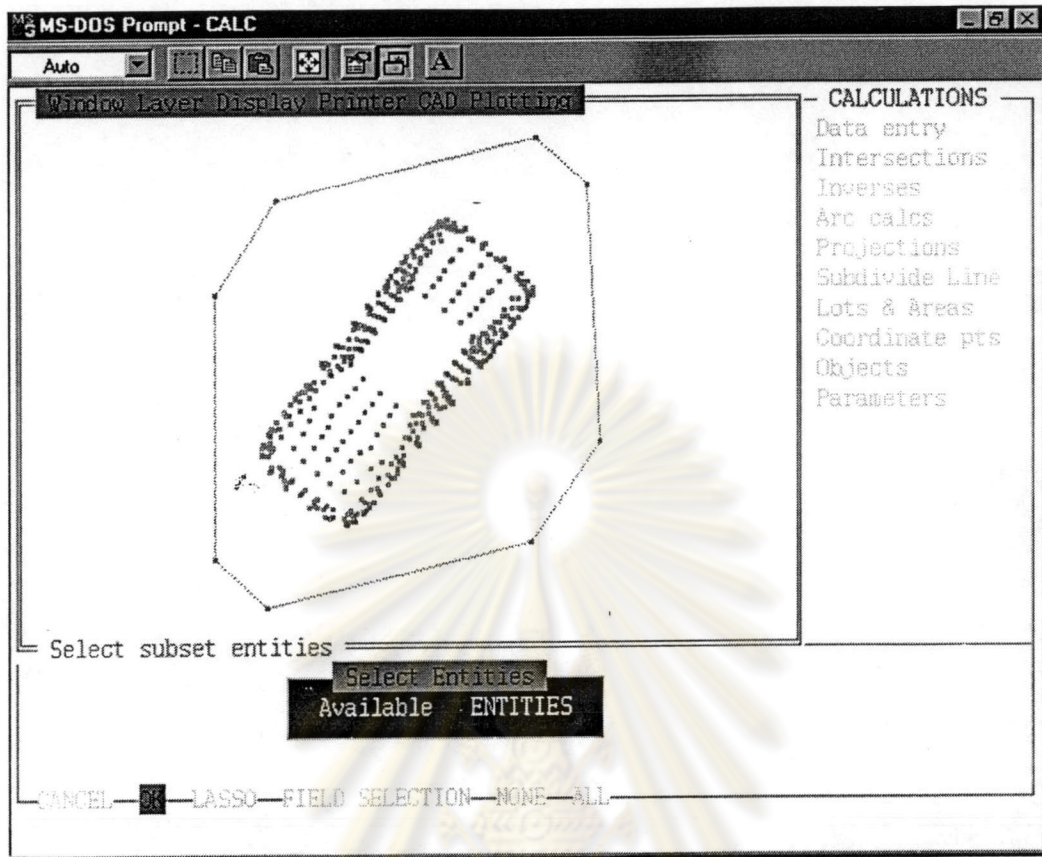
สำหรับวิธีการวัดแบบจำลองรถยนต์ด้วยกล้องประมวลผลรวม เป็นการรังวัดแบบเล็งสกัดจากเส้นฐานที่มีความยาวแน่นอน โดยวัดด้วยเทปวัดระยะอินวา(Invar Tape) 4 ครั้งเฉลี่ยอ่านที่ความละเอียดในระดับ 0.5 มิลลิเมตร การกำหนดตำแหน่งของเส้นฐานยึดตำแหน่งที่สามารถมองเห็นตำแหน่งที่รังวัดได้ชัดเจน เส้นฐานที่ใช้ในการรังวัดแบบจำลองรถยนต์สำหรับงานวิจัยนี้มีจำนวน 4 เส้น เป็นตำแหน่งของหมุดควบคุมงานสำรวจหมายเลข 1-8 ในส่วนของจุดสัญญาณบนแบบจำลองรถยนต์หมายเลข 11-490 ซึ่งใช้เป็นทั้งจุดควบคุมภาพถ่ายและจุดตรวจสอบความถูกต้องทางตำแหน่งของแบบจำลองด้วย ขั้นตอนของการวัดแบบจำลองรถยนต์ด้วยกล้องประมวลผลรวมแสดงตามแผนผังที่ 3.1

ข้อมูลรังวัดถูกถ่ายโอนจากหน่วยความทรงจำภายในกล้องประมวลผลรวม ผู้เครื่องคอมพิวเตอร์แล้วทำการประมวลผลข้อมูลรังวัดแบบเล็งสกัดด้วยโปรแกรม SDR Mapping ประมวลผลเพื่อคำนวณหาค่าพิกัดสามมิติของแบบจำลองรถยนต์ ข้อมูลรังวัดด้วยกล้องประมวลผลรวมอยู่ในรูปของแฟ้มข้อความ (Text File)

ส่วนของแบบจำลองแสดงได้ทั้งในรูปของแฟ้มข้อความและแฟ้ม DXF ซึ่งเป็นอินเตอร์เฟซของโปรแกรมประเภท CAD โดยเพิ่มข้อมูลตำแหน่งสามมิติของแบบจำลองที่ได้อยู่ในภาคผนวก ก ซึ่งแฟ้มดังกล่าวถูกใช้เป็นจุดควบคุมของการวัดแบบจำลองด้วยภาพถ่ายและเป็นค่าที่ใช้ในการวิเคราะห์ผลของความถูกต้องทางตำแหน่งอีกด้วย



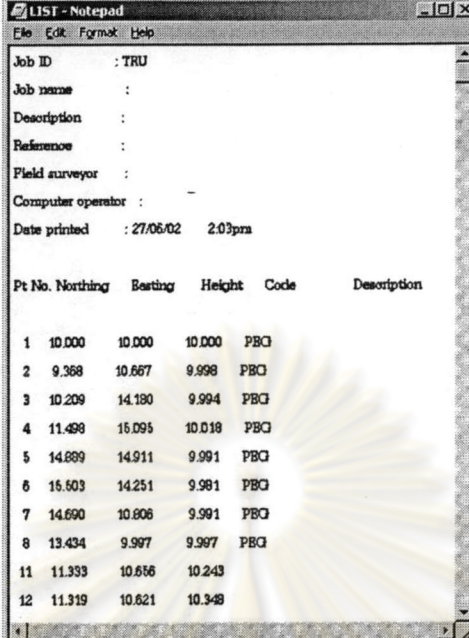
แผนผังที่ 3.1 แสดงขั้นตอนการวัดแบบจำลองรถยนต์ด้วยกล้องประมวลผลรวม



รูปภาพที่ 3.5 ภาพแสดงเส้นฐานและตำแหน่งของการวัดแบบจำลองรถยนต์ด้วยกล้องประมวลผลรวม

3.2.3 ผลของการวัดแบบจำลองด้วยกล้องประมวลผลรวม

แบบจำลองรถยนต์ที่ได้จากการวัดด้วยกล้องประมวลผลรวมแสดงอยู่ในรูปของแฟ้มข้อความซึ่งมีนามสกุลเดียวกับนามสกุลที่กำหนดไว้ในโปรแกรม SDR Mapping จำเป็นต้องเปลี่ยนนามสกุลของแฟ้มข้อความนี้เป็น txt หรือ cdl เพื่อใช้ในการสร้างจุดควบคุมสำหรับการวัดแบบจำลองรถยนต์ด้วยภาพถ่าย ตัวอย่างของแฟ้มข้อความแสดงแบบจำลองจากวิธีการรังวัดทางสำรวจตั้งรูปภาพที่ 3.6 ที่ต้องทำการแก้ไขแฟ้มข้อความให้เป็นแฟ้มที่สามารถใช้ได้กับการวัดแบบจำลองด้วยภาพถ่ายดังรูปภาพที่ 3.7



Pt No.	Northing	Bearing	Height	Code	Description
1	10.000	10.000	10.000	PBC	
2	9.368	10.667	9.998	PBC	
3	10.209	14.180	9.994	PBC	
4	11.498	15.095	10.018	PBC	
5	14.889	14.911	9.981	PBC	
6	15.503	14.251	9.981	PBC	
7	14.690	10.606	9.991	PBC	
8	13.434	9.997	9.997	PBC	
11	11.333	10.656	10.243		
12	11.319	10.621	10.348		

รูปภาพที่ 3.6 เพิ่มข้อความแสดงผลลัพธ์ของการวัดแบบจำลองรถยนต์โดยวิธีทางสำรวจ



11	10.656	11.333	10.243		
12	10.621	11.319	10.348		
13	10.606	11.349	10.478		
14	10.69	11.334	10.542		
15	10.732	11.382	10.679		
16	10.762	11.427	10.709		
17	10.867	11.584	10.756		
18	10.988	11.752	10.792		
19	11.106	11.909	10.819		
20	11.242	12.085	10.846		
21	11.316	12.186	10.864		
22	11.429	12.288	10.973		
23	11.536	12.37	11.069		
24	11.653	12.451	11.164		
25	11.782	12.52	11.254		
26	11.955	12.336	11.277		
27	11.848	12.208	11.181		
28	11.742	12.106	11.091		
29	11.647	11.989	10.997		
30	11.528	11.86	10.885		

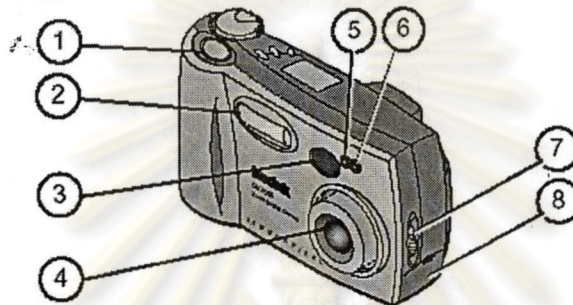
รูปภาพที่ 3.7 เพิ่มข้อความซึ่งถูกแก้ไขสำหรับการวัดแบบจำลองรถยนต์ด้วยกล้องดิจิทัล

3.3 การวัดแบบจำลองด้วยกล้องถ่ายภาพดิจิทัล

3.3.1 กล้องถ่ายภาพดิจิทัล

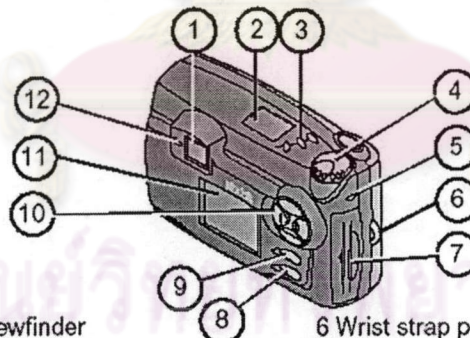
สำหรับงานวิจัยนี้เลือกใช้กล้องถ่ายภาพดิจิทัลโกดัก ดีเอ็กซ์ 3900 ขยาย ซึ่งเป็นกล้องดิจิทัลแบบทั่วไป คุณภาพของจุดภาพสูงสุดที่ 3.1 ล้านจุดภาพ (2160 x 1440) ลักษณะทั่วไปของกล้องถ่ายภาพดิจิทัลโกดัก ดีเอ็กซ์ 3900 ขยาย แสดงดังรูปภาพที่ 3.8

Front View



- | | |
|--------------------------------------|-------------------------------------|
| 1 Shutter button | 5 Light sensor |
| 2 Flash unit | 6 Self Timer light |
| 3 Viewfinder lens | 7 On / Off switch |
| 4 Lens (built-in cover
not shown) | 8 USB connector / Video out
door |

Top/Back View



- | | |
|-----------------------------|---|
| 1 Viewfinder | 6 Wrist strap post |
| 2 Status display | 7 Picture Card door |
| 3 Buttons: | 8 Menu button |
| ⚡ Flash | 9 Select button |
| 📷 Close-up/Distant | 10 Four-way arrow button /
Zoom button (W and T) |
| 🕒 Self Timer | 11 LCD screen |
| 4 Mode dial | 12 Viewfinder light |
| 5 Picture Card access light | |

รูปภาพที่ 3.8 ลักษณะทั่วไปของกล้องถ่ายภาพดิจิทัลโกดัก ดีเอ็กซ์ 3900 ขยาย

Pixel Resolution (by Quality setting)	3.1 MP	2160 x 1440
	2.2 MP	1800 x 1200
	1.6 MP	1536 x 1024
	0.8 MP	1080 x 720
Color		24-bit, millions of colors
Picture File Format		EXIF 2.1 (JPEG compression), DCF
Picture Storage		ATA compatible CompactFlash card
Viewfinder		Optical real image
ASA/ISO Sensitivity		Automatic (100 - 400)
		Selectable (100, 200, 400)
Flash Range	Wide	1.6 to 10.5 ft (0.5 to 3.2 m)
	Telephoto	1.6 to 7.5 ft (0.5 to 2.3 m)
Operating Temperature		32 to 104 ^o F (0 to 40 ^o C)
Lens	Type	Optical quality glass
	Maximum Aperture	Wide: f/2.8 Telephoto: f/4.0
	Zoom	6X: 2X Optical zoom 3X Digital zoom
	Focal Length	35 to 70 mm (equivalent to 35 mm camera) 7.3 to 14.6 mm (.29 to .57 inches) actual
	Focus Distance	Standard: 1.6 ft (0.5 m) to infinity
	Focus Distance, Close-Up	Wide: 0.2 to 2.3 ft (0.07 to 0.7 m) Telephoto: 0.8 to 2.3 ft (0.25 to 0.7 m)

ตารางที่ 3.3 ตารางแสดงคุณสมบัติของกล้องถ่ายภาพดิจิทัลโกดัก ดีเอ็กซ์ 3900 ขยาย

คุณสมบัติของกล้องถ่ายภาพดิจิทัลโกดัก ดีเอ็กซ์ 3900 ขยาย ใช้ในการวางแผนถ่ายภาพเพื่อการวัดแบบจำลองรถยนต์และการวัดสอบกล้องถ่ายภาพที่ควรทราบแสดงดังตารางที่ 3.3 สำหรับการตั้งค่าตัวแปรภายในกล้องถ่ายภาพพิจารณาค่าตัวแปรที่ทำให้คุณลักษณะเชิงทัศนของภาพมีคุณภาพสูง เพื่อให้ได้ภาพถ่ายที่ชัดเจนและมีคุณลักษณะเชิงเรขาคณิตที่น่าพอใจ

การตั้งค่าตัวแปรสำหรับกล้องถ่ายภาพดิจิทัลโกดัก ดีเอ็กซ์ 3900 ขยาย ในงานวิจัยนี้เป็นดังตารางที่ 3.4 โดยการตั้งค่าตัวแปรดังกล่าวให้เลือกโหมดถ่ายภาพ (Capture Mode) แล้วกดที่เมนูเพื่อทำการตั้งค่าตัวแปร

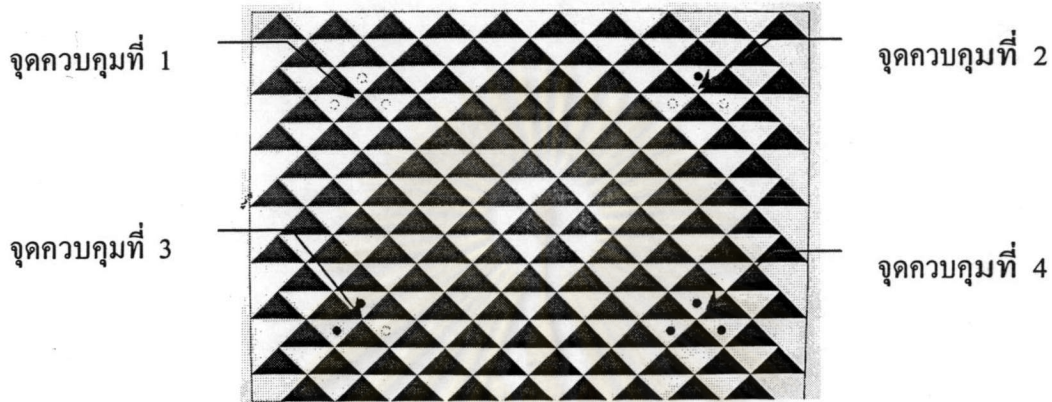
Parameter	Setting
Exposure Compensation	0.0
White Balance	Auto
Color	Color
Quality	3.1 Million Pixel
Exposure Metering	Multi-Pattern
Sharpness	Standard
ISO Speed	Auto
Shutter Speed (set seconds)	Auto
Date & Time Stamp	None

ตารางที่ 3.4 ตารางแสดงค่าตัวแปรของกล้องถ่ายภาพดิจิทัลโกดัก ดีเอ็กซ์ 3900 ขยาย

3.3.2 การวัดสอบกล้องถ่ายภาพดิจิทัลโกดัก ดีเอ็กซ์ 3900 ขยาย

ในการวัดแบบจำลองรถยนต์ด้วยกล้องถ่ายภาพดิจิทัลโกดัก ดีเอ็กซ์ 3900 ขยาย สำหรับงานวิจัยทำโดยใช้โปรแกรม Camera Calibrator 4.0 สามารถทำการคำนวณเพื่อหาองค์ประกอบภายในของกล้องถ่ายภาพ จากข้อมูลภาพถ่ายของแผ่นวัดสอบ (Calibrate Plate) ในทุกมุมมองต่างๆที่กำหนด จำนวน 9 ภาพแล้วทำการวัดสอบกล้องถ่ายภาพโดยการกำหนดตำแหน่งของจุดควบคุมที่ 1-4 เป็นจุดอ้างอิง ตั้งค่ามาตราส่วนของแผ่นวัดสอบซึ่งเป็นระยะทางจริงจากจุดควบคุมที่ 1 ไปยังจุดควบคุมที่ 4 ในแนวทแยง

องค์ประกอบภายในของกล้องถ่ายภาพประกอบด้วยค่า (f, x_0, y_0) และความบิดเบี้ยวของเลนส์ (k_1, k_2, p_1, p_2) เป็นตัวแปรที่ใช้ในการคำนวณปรับแก้บล็อกค่าแสงของแบบจำลองรถยนต์ด้วยภาพถ่าย ตามหลักการและทฤษฎีแล้วกล้องถ่ายภาพแบบทั่วไปจะมีองค์ประกอบภายในที่ไม่มีเสถียรภาพเกิดจากลักษณะโครงสร้างภายในของกล้องถ่ายภาพ



รูปภาพที่ 3.9 แผ่นวัดสอบกล้องถ่ายภาพสำหรับโปรแกรม Camera Calibrator 4.0

ผลลัพธ์ของการวัดสอบกล้องถ่ายภาพดิจิทัลโกดัก ดีเอ็กซ์ 3900 ขยาย จากการวัดสอบที่ความละเอียดจุดภาพ 3.1 ล้านจุดภาพ ในวันเวลาต่างๆเพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบภายในแสดงดังตารางที่ 3.5

Date	Time	Focal Length (mm.)	Format Size		Principal Point		Lens Distortion			
			W (mm.)	H (mm.)	X (mm.)	Y (mm.)	K1	K2	P1	P2
10-May-02		6.4925	6.5757	4.3839	3.3752	2.1785	0.00276	-0.0001148	-5.859E-05	-0.0001836
15-May-02		6.4587	6.5271	4.3507	3.3453	2.1735	0.002811	-0.0001075	-4.744E-05	-0.0001258
20-May-02	8	6.4871	6.5366	4.3583	3.374	2.1883	0.002637	-0.0001002	-9.072E-05	-6.328E-05
	10	6.4241	6.4841	4.324	3.3453	2.1684	0.002885	-0.0001256	-8.667E-05	-6.913E-05
21-May-02	10	6.4318	6.496	4.3316	3.3505	2.1737	0.002989	-0.0001292	-3.742E-05	-6.322E-05
	12	6.4768	6.5314	4.3551	3.3683	2.1856	0.003106	-0.0001401	-5.952E-05	-6.931E-05
	14	6.4633	6.5146	4.3431	3.3531	2.1752	0.002849	-0.0001212	-3.344E-05	-0.0001077
	16	6.5084	6.571	4.3802	3.381	2.1996	0.00279	-0.0001157	0.00003424	-6.892E-05
	18	6.5085	6.5724	4.3792	3.3769	2.2031	0.002217	-8.707E-05	0.0001011	-5.965E-05

ตารางที่ 3.5 องค์ประกอบภายในของกล้องถ่ายภาพดิจิทัลโกดัก ดีเอ็กซ์ 3900 ขยาย

จากข้อมูลการวัดสอบกล้องถ่ายภาพดิจิทัลโกดัก ดีเอ็กซ์ 3900 ขยาย ทำการตรวจสอบเพื่อหาขนาดของซีซีดี เพื่อนำไปใช้ในการวางแผนการถ่ายภาพต่อไป ขนาดของซีซีดีสามารถคำนวณได้ดังตารางที่ 3.6

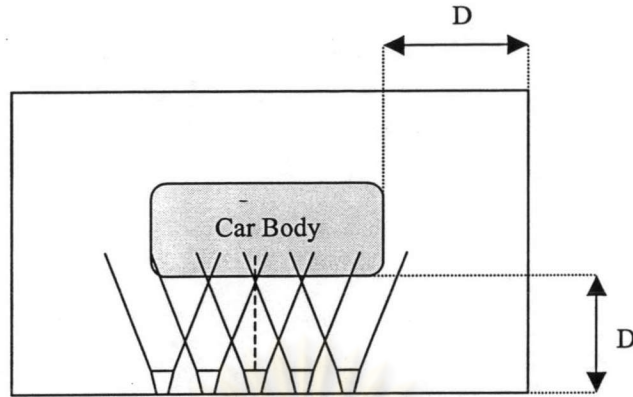
Date/Time	Focal Length (mm.)	Expose Distance (mm.)	Format Size (mm.)		CCD Size (mm.)	
			W (mm.)	H (mm.)	W (mm.)	H (mm.)
10/05/02	6.4925	460	6.5757	4.3839	0.00304	0.00304
15/05/02	6.4587	460	6.5271	4.3507	0.00302	0.00302
20/05/02_8.00	6.4871	425	6.5366	4.3583	0.00303	0.00303
20/05/02_10.00	6.4241	425	6.4841	4.3240	0.00300	0.00300
21/05/02_10.00	6.4318	460	6.496	4.3316	0.00301	0.00301
21/05/02_12.00	6.4768	440	6.5314	4.3551	0.00302	0.00302
21/05/02_14.00	6.4633	420	6.5146	4.3431	0.00302	0.00302
21/05/02_16.00	6.5084	420	6.5710	4.3802	0.00304	0.00304
21/05/02_18.00	6.5085	420	6.5724	4.3792	0.00304	0.00304

ตารางที่ 3.6 ตารางแสดงตัวอย่างการคำนวณค่าขนาดของซีซีดี

เมื่อจำนวนจุดภาพตามยาวเป็น 2160 จุดภาพและจำนวนจุดภาพตามกว้างเป็น 1440 จุดภาพ ได้ขนาดของซีซีดีเฉลี่ยประมาณ 3 ไมครอน โดยความถูกต้องนี้ขึ้นอยู่กับความถูกต้องของขนาดแผ่นวัดสอบ ความละเอียดในการวัดขนาดของแผ่นวัดสอบ การกำหนดตำแหน่งของขอบแผ่นวัดสอบรวมทั้งการวัดระยะทางที่ตั้งฉากกับแผ่นวัดสอบขณะถ่ายภาพ ซึ่งทั้งหมดที่กล่าวมาอาจเกิดการผิดพลาดได้ ดังนั้นสำหรับงานวิจัยนี้จึงในค่าขนาดของซีซีดีเป็น 3.5 ไมครอนที่อ้างอิงจากผู้ผลิต

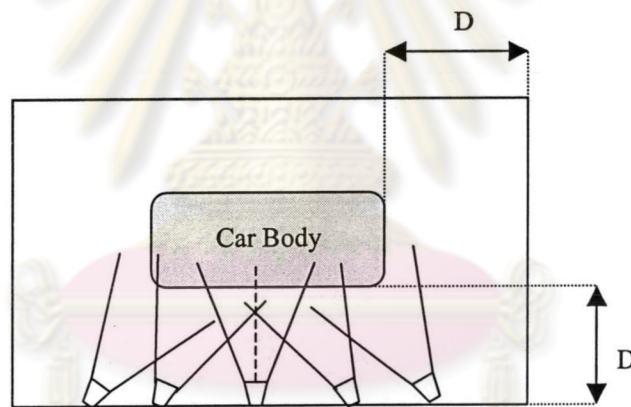
3.3.3 การกำหนดตำแหน่งถ่ายภาพ

สำหรับงานวิจัยต้องการการวัดแบบจำลองรถยนต์ด้วยกล้องถ่ายภาพดิจิทัล โกดัก ดีเอ็กซ์ 3900 ขยาย ที่มีลักษณะของการถ่ายภาพที่แตกต่างกันตามระยะทางต่างๆเพื่อเป็นการหาความเหมาะสมของการวัดแบบจำลองดังกล่าว โดยที่ลักษณะของการถ่ายภาพกำหนดเป็น 3 รูปแบบดังนี้ รูปแบบแรกกำหนดส่วนซ้อนบนภาพถ่ายร้อยละ 60 รูปแบบที่สองกำหนดส่วนซ้อนบนภาพถ่ายร้อยละ 80 ซึ่งทั้งรูปแบบแรกและรูปแบบที่สองมีแกนทัศนของกล้องถ่ายภาพตั้งฉากกับรถยนต์ดังภาพที่ 3.10



รูปภาพที่ 3.10 ลักษณะการถ่ายภาพที่มีแกนทัศนขนานกัน

รูปแบบที่สามเป็นการถ่ายภาพที่กำหนดระยะห่างระหว่างรถยนต์กับจุดถ่ายภาพคงที่ เหมือนกับสองรูปแบบแรก เพียงแต่แกนทัศนของกล้องถ่ายภาพสอดเข้าหากันเพื่อให้ได้มุมมองของภาพที่กว้างกว่า ซึ่งทำให้ภาพถ่ายนั้นมีมาตราส่วนที่ค่อนข้างแตกต่างกันดังรูปภาพที่ 3.11



รูปภาพที่ 3.11 ลักษณะการถ่ายภาพที่มีแกนทัศนทแยงเข้าหากัน

ระยะห่างของการถ่ายภาพเป็นค่าที่กำหนดมาตราส่วนภาพถ่าย ในงานวิจัยนี้กำหนดระยะห่างของการถ่ายภาพเป็น 2.0 , 2.5 , 3.0 , 3.5 , 4.0 , 4.5 และ 5.0 เมตรตามลำดับโดยมีรูปแบบของการถ่ายภาพ 3 ลักษณะดังกล่าวข้างต้น ระยะห่างระหว่างการถ่ายภาพแต่ละครั้งได้จากตารางที่ 3.7 แสดงตัวอย่างการคำนวณเมื่อกำหนดค่าประมาณของระยะโฟกัสเป็น 6.5 มิลลิเมตร ขนาดของซีซีดี เป็น 3.5 ไมครอน จำนวนจุดภาพตามยาวเป็น 2160 จุดภาพที่ความละเอียด 3.1 ล้านจุดภาพ

Distance (m.)	Scale Factor	Base Line of Overlap (m.)	
		60%	80%
2	308	0.93	0.47
2.5	385	1.16	0.58
3	462	1.40	0.70
3.5	538	1.63	0.81
4	615	1.86	0.93
4.5	692	2.09	1.05
5	769	2.33	1.16

ตารางที่ 3.7 ตารางแสดงค่าระยะห่างระหว่างจุดถ่ายภาพที่มาตราส่วนต่างๆ

จำนวนภาพถ่ายที่แตกต่างกันในแต่ละรูปแบบของการถ่ายภาพและมาตราส่วนนั้น มีผลต่อการประมวลผลทั้งในเชิงของปริมาณงานและความถูกต้องทางตำแหน่งของแบบจำลองรถยนต์ ผลลัพธ์ของการถ่ายภาพใช้ในการวัดแบบจำลองด้วยโปรแกรม PhotoModeler Pro4.0 ต่อไป รูปภาพที่ 3.12 แสดงภาพถ่ายที่ได้จากการกำหนดรูปแบบแรกคือแกนทัศน์ของกล้องถ่ายภาพขนานกันและมี ส่วนซ้อนร้อยละ 60 ที่ระยะห่าง 3.0 เมตร จำนวนของภาพที่ใช้ในการวัดแบบจำลองเป็นดังตารางที่ 3.7 ภาพถ่ายที่ได้จากสนามจำเป็นต้องตรวจสอบคุณภาพของภาพที่ได้เนื่องจากการถ่ายภาพเป็นการถ่ายใน สนามซึ่งสภาพของแสงไม่แน่นอน ซึ่งลักษณะของภาพถ่ายดิจิทัลแล้วแม้จะสามารถปรับปรุงคุณภาพ ด้วยกระบวนการทางประมวลผลภาพได้ก็ตาม จึงเป็นข้อดีอีกประการของกล้องถ่ายภาพดิจิทัล ที่สามารถตรวจสอบคุณภาพของภาพถ่ายได้ในทันทีหลังการถ่ายภาพ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปภาพที่ 3.12 ข้อมูลภาพถ่ายระยะห่าง 2.0 เมตร แบบแกนทแยง



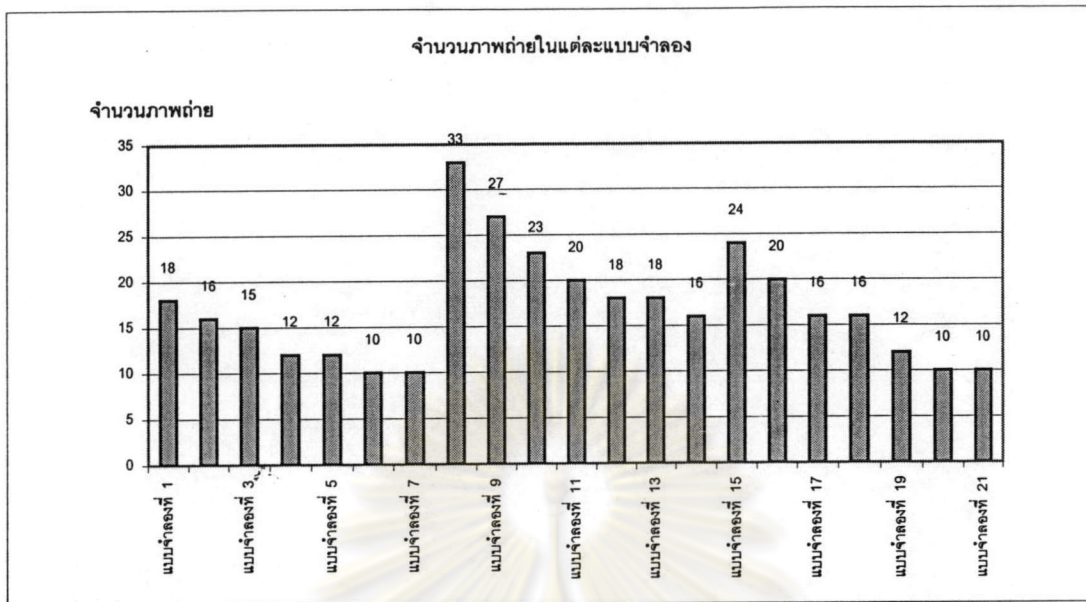
รูปภาพที่ 3.12 ข้อมูลภาพถ่ายระยะห่าง 2.0 เมตร แบบแกนทแยง (ต่อ)



รูปภาพที่ 3.12 ข้อมูลภาพถ่ายระยะห่าง 2.0 เมตร แบบแกนทแยง (ต่อ)

Distance (m.)	Number of Photograph		
	Overlap 60%	Overlap 80%	Convergence Axis
2.0	18	33	24
2.5	16	27	20
3.0	15	23	16
3.5	12	20	16
4.0	12	18	12
4.5	10	18	10
5.0	10	16	10

ตารางที่ 3.8 ตารางแสดงจำนวนภาพถ่ายในแต่ละแบบจำลอง



รูปภาพที่ 3.13 กราฟแท่งแสดงจำนวนภาพถ่ายในแต่ละแบบจำลอง

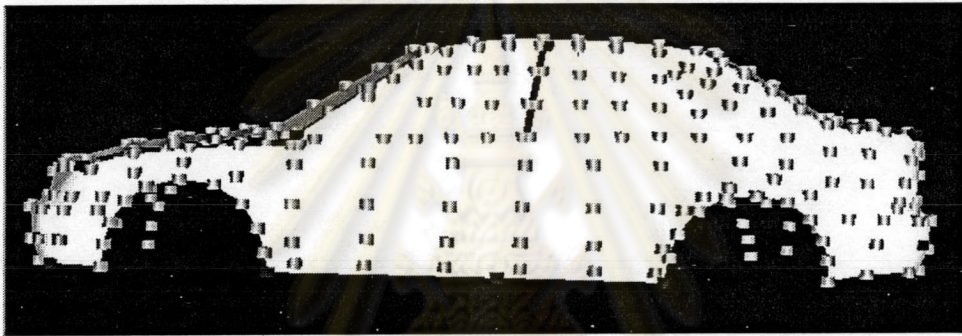
ในงานวิจัยนี้กำหนดสัญลักษณ์ของแบบจำลองเพื่อการสะดวกในการตรวจสอบความถูกต้องของแต่ละแบบจำลองดังตารางที่ 3.9

แบบจำลองที่	สัญลักษณ์	ลักษณะถ่ายภาพ, ระยะห่าง	แบบจำลองที่	สัญลักษณ์	ลักษณะถ่ายภาพ, ระยะห่าง
1	P60d2.0	Over Lap 60% , 2.0 m.	12	P80d4.0	Over Lap 80% , 4.0 m.
2	P60d2.5	Over Lap 60% , 2.5 m.	13	P80d4.5	Over Lap 80% , 4.5 m.
3	P60d3.0	Over Lap 60% , 3.0 m.	14	P80d5.0	Over Lap 80% , 5.0 m.
4	P60d3.5	Over Lap 60% , 3.5 m.	15	C d2.0	Convergence Axis , 2.0 m.
5	P60d4.0	Over Lap 60% , 4.0 m.	16	C d2.5	Convergence Axis , 2.5 m.
6	P60d4.5	Over Lap 60% , 4.5 m.	17	C d3.0	Convergence Axis , 3.0 m.
7	P60d5.0	Over Lap 60% , 5.0 m.	18	C d3.5	Convergence Axis , 3.5 m.
8	P80d2.0	Over Lap 80% , 2.0 m.	19	C d4.0	Convergence Axis , 4.0 m.
9	P80d2.5	Over Lap 80% , 2.5 m.	20	C d4.5	Convergence Axis , 4.5 m.
10	P80d3.0	Over Lap 80% , 3.0 m.	21	C d5.0	Convergence Axis , 5.0 m.
11	P80d3.5	Over Lap 80% , 3.5 m.			

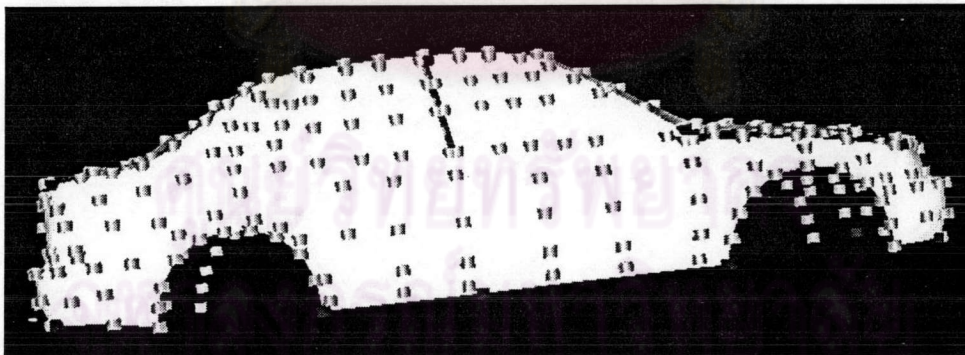
ตารางที่ 3.9 ตารางกำหนดสัญลักษณ์ของแบบจำลองภาพถ่าย

3.3.4 การประมวลผลแบบจำลองรถยนต์จากข้อมูลภาพถ่ายดิจิทัล

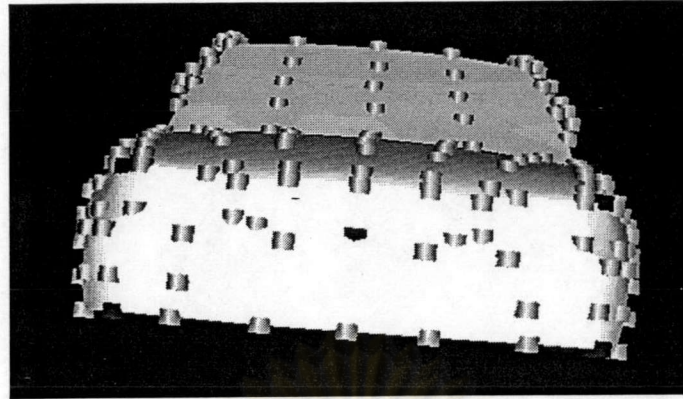
การประมวลผลข้อมูลภาพถ่ายดิจิทัลเพื่อการวัดแบบจำลองรถยนต์ ในงานวิจัยนี้เลือกใช้โปรแกรม PhotoModeler Pro4.0 ในการประมวลผลบล็อกสีแสงของภาพถ่ายซึ่งเกิดจากการกำหนดตำแหน่งของจุดรั้ววัดบนภาพถ่ายแล้วทำการอ้างอิงจุดซึ่งเป็นจุดเดียวกันในแต่ละภาพ เหมือนกับการสร้างสมการสถานะร่วมเส้นของจุดรั้ววัดร่วมในแต่ละภาพถ่ายที่ปรากฏจุดรั้ววัดนั้น จากนั้นเป็นการกำหนดจุดควบคุมซึ่งได้จากแบบจำลองด้วยวิธีการทางสำรวจ ที่ผลลัพธ์แสดงในรูปของเพิ่มข้อความ จำนวนของจุดรั้ววัดและจุดควบคุมที่ใช้ในการตรวจสอบความถูกต้องเป็น 374 จุด โดยเริ่มพิจารณาจุดควบคุมขั้นต่ำที่ 23 จุดควบคุมที่เป็นตำแหน่งเดียวกันในแต่ละแบบจำลองของภาพถ่ายแสดงดังรูปภาพที่ 3.14-3.17



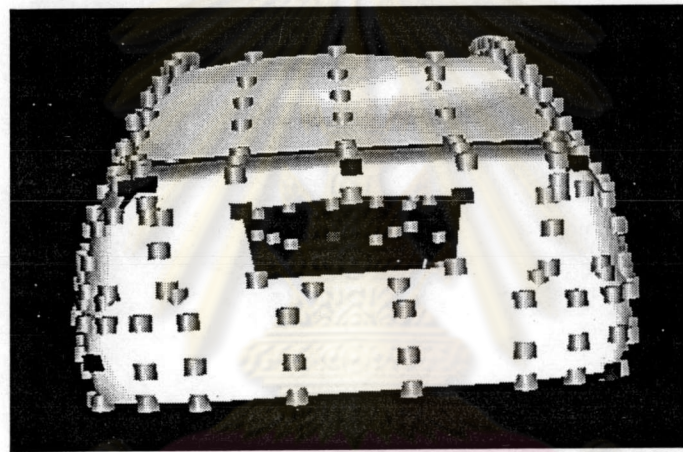
รูปภาพที่ 3.14 ภาพแสดงตำแหน่งของจุดควบคุมของตัวถังรถยนต์ด้านขวา



รูปภาพที่ 3.15 ภาพแสดงตำแหน่งของจุดควบคุมของตัวถังรถยนต์ด้านซ้าย

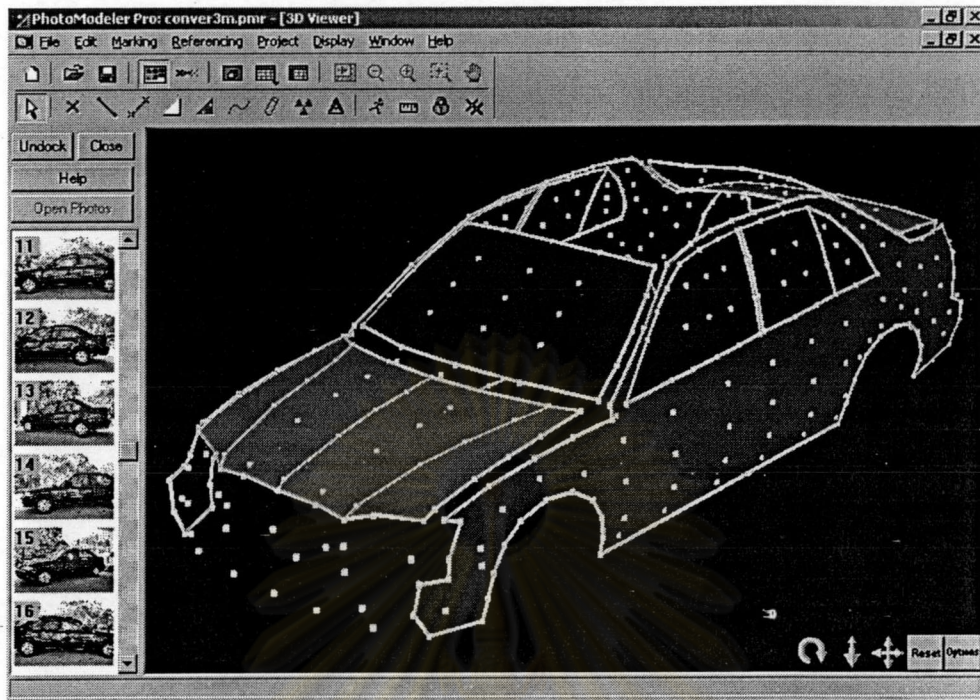


รูปภาพที่ 3.16 ภาพแสดงตำแหน่งของจุดควบคุมของตัวถังรถยนต์ด้านหน้า



รูปภาพที่ 3.17 ภาพแสดงตำแหน่งของจุดควบคุมของตัวถังรถยนต์ด้านหลัง

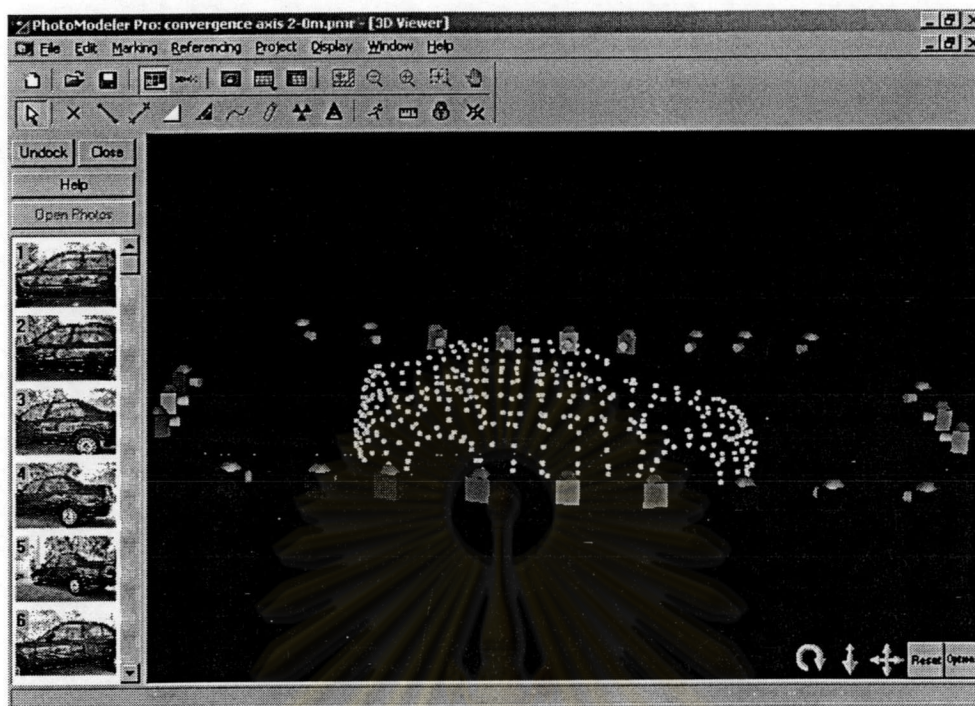
การตรวจสอบความถูกต้องทางตำแหน่งของแบบจำลองด้วยภาพถ่ายที่พิจารณาจำนวนของจุดควบคุมทำบนแบบจำลองที่มีความคลาดเคลื่อนทางตำแหน่งต่ำสุด จำนวนของการเพิ่มจุดควบคุมภาพถ่ายที่ใช้ในวิเคราะห์ความถูกต้องอันเนื่องจากจำนวนของจุดควบคุมเป็น 1 จุดควบคุมต่อครั้ง ผลลัพธ์ของการประมวลผลแบบจำลองภาพถ่ายโดยโปรแกรม PhotoModeler Pro4.0 แสดงทั้งในรูปแบบของข้อมูลภาพแบบจำลองและเพิ่มข้อความดังรูปภาพที่ 3.18 และ 3.19 ซึ่งค่าพิกัดสามมิติของแบบจำลองที่แสดงเพิ่มข้อความถูกนำไปใช้ในการวิเคราะห์ความถูกต้องของการวัดแบบจำลองรถยนต์ด้วยภาพถ่าย ลักษณะที่แตกต่างกันระหว่างแกนทัศน์ของการถ่ายภาพพิจารณาได้จากรูปภาพที่ 3.20-3.21



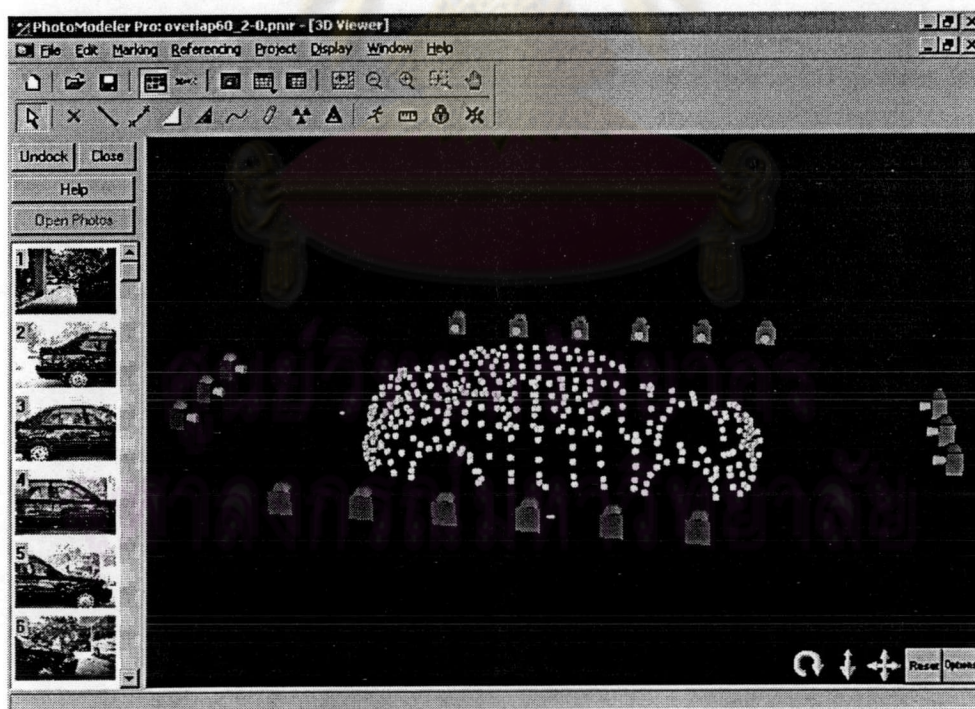
รูปภาพที่ 3.18 การแสดงแบบจำลองรถยนต์จากภาพถ่ายดิจิทัลด้วยข้อมูลภาพ

Id	Name	Control Name	X (m)	Y (m)	Z (m)	X Precision	Y Precision	Z Precision	Photos
11		11	10.651646	11.324257	10.246597	0.040043	0.037637	0.041591	7,8,17,18,19
12		n/a	10.616717	11.310604	10.350329	0.039659	0.037975	0.041994	7,8,17,18,19
13		n/a	10.601810	11.340484	10.479607	0.039357	0.037873	0.042155	6,7,8,17,18,19
14		n/a	10.685193	11.326636	10.543286	0.038852	0.037180	0.040717	8,17,18,19
15		n/a	10.726232	11.373656	10.679119	0.038717	0.036651	0.040086	8,17,18,19
35		n/a	10.882209	11.134163	10.687470	0.037269	0.037244	0.037983	17,18,19,20
36		n/a	10.871730	11.088831	10.645765	0.037314	0.037544	0.038271	17,18,19,20
37		n/a	10.834033	11.186827	10.664928	0.037553	0.037353	0.038472	17,18,19,20
38		n/a	10.858968	11.075665	10.541419	0.037333	0.037525	0.038492	17,18,19,20
39		n/a	10.902522	11.014882	10.522271	0.037183	0.037518	0.038270	17,18,19,20

รูปภาพที่ 3.19 การแสดงแบบจำลองรถยนต์จากภาพถ่ายดิจิทัลด้วยเพิ่มข้อความ



รูปภาพที่ 3.20 การแสดงตำแหน่งถ่ายภาพของแบบจำลองที่ 15 แกนที่สัมพันธ์แยงเข้าหากัน (C d2.0)

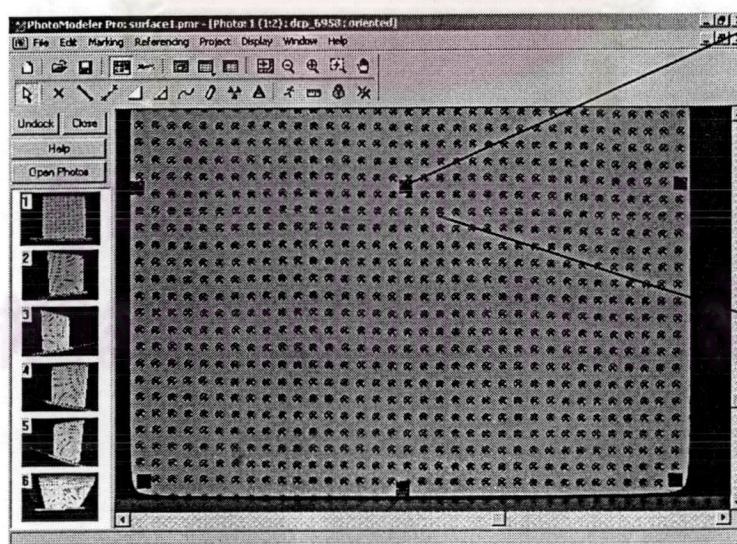


รูปภาพที่ 3.21 การแสดงตำแหน่งถ่ายภาพของแบบจำลองที่ 1 แกนที่สัมพันธ์ขนาน (P60d2.0)

ข้อมูลผลลัพธ์ของการประมวลผลแบบจำลอง C 2.0 ในรูปของเพิ่มข้อความแสดงในภาคผนวก ข. ซึ่งในในการวิเคราะห์ความถูกต้องทางตำแหน่งต่อไป สำหรับแบบจำลองภาพถ่ายซึ่งระยะห่างของการเปิดถ่ายตั้งแต่ 3.5 เมตรไปถึง 5 เมตรนั้นไม่สามารถทำการประมวลผลแบบจำลองภาพถ่ายได้ เนื่องจากคุณลักษณะเชิงเรขาคณิตไม่เหมาะสมอันเกิดจากมาตราส่วนที่เปลี่ยนไปในขณะที่วัตถุที่พิจารณานั้น มีขนาดคงที่ซึ่งเป็นผลให้ค่าพิกัดภาพถ่ายของการวัดจุดรวมและจุดควบคุมอยู่ในช่วงแคบๆ โดยการวิเคราะห์ผลการวิจัยพิจารณาในส่วนของความถูกต้องทางตำแหน่งกระทำเฉพาะในส่วนที่สามารถประมวลผลแบบจำลองได้

3.3.5 การสร้างพื้นผิวของแบบจำลอง

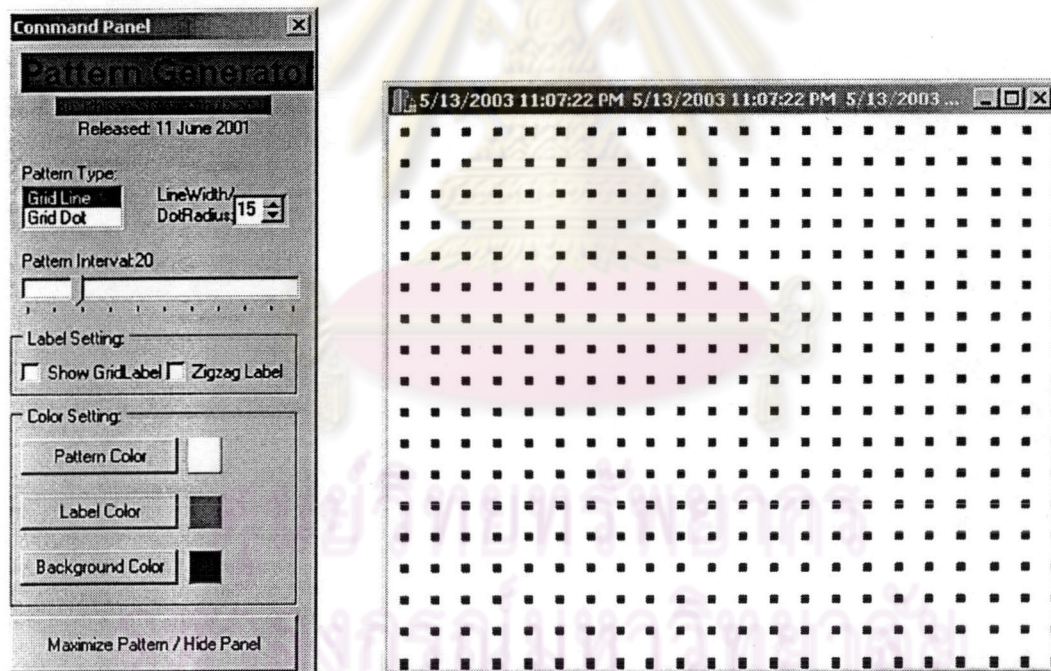
พื้นผิวของแบบจำลองเป็นองค์ประกอบหนึ่งที่ใช้ในการแสดงผลของแบบจำลองซึ่งแบบจำลองรถยนต์ก็แสดงด้วยพื้นผิวของตัวถังรถยนต์เช่นกัน เมื่อพิจารณาความห่างของจุดที่ทำการกำหนดเพื่อสร้างแบบจำลองรถยนต์แล้ว พื้นผิวในบางส่วนอาจต้องการระดับความถี่ของจำนวนจุดรังวัดบนภาพถ่ายให้มากขึ้นเพื่อสร้างข้อมูลพื้นผิวตามรูปภาพที่ 3.22 ทั้งนี้ย่อมขึ้นอยู่กับความถี่ของนำไปใช้งานของแบบจำลองรถยนต์ สำหรับการสร้างพื้นผิวของแบบจำลองอาศัยการทำงานที่เป็นกึ่งอัตโนมัติของโปรแกรม PhotoModeler Pro4.0 ด้วยการฉายลดรายละเอียดลงบนพื้นผิวเพื่อทำการประมวลผลแบบจำลองที่เป็นจุดในลักษณะของกริดจำนวนมาก แล้วจึงกำหนดขอบเขตของพื้นผิวในแบบของ TIN โดยที่พื้นผิวที่ถูกสร้างขึ้นเป็นสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการวิเคราะห์เกี่ยวกับความแข็งแรงของวัสดุได้ ในงานวิจัยนี้พิจารณาการสร้างพื้นผิวของชิ้นส่วนเล็กๆ



รูปภาพที่ 3.22 การเพิ่มขึ้นของจุดรังวัดจากการฉายลดรายละเอียดลงบนพื้นผิว

และชิ้นส่วนฝากระโปรงหน้าของรถยนต์ เนื่องจากลักษณะของการสร้างพื้นผิวอาศัยการฉายลวดลายของจุดสัญญาณลงบนพื้นผิวก่อนการถ่ายภาพ จึงไม่สามารถกระทำได้ในสนามที่สภาพของแสงเงาไม่เหมาะสม

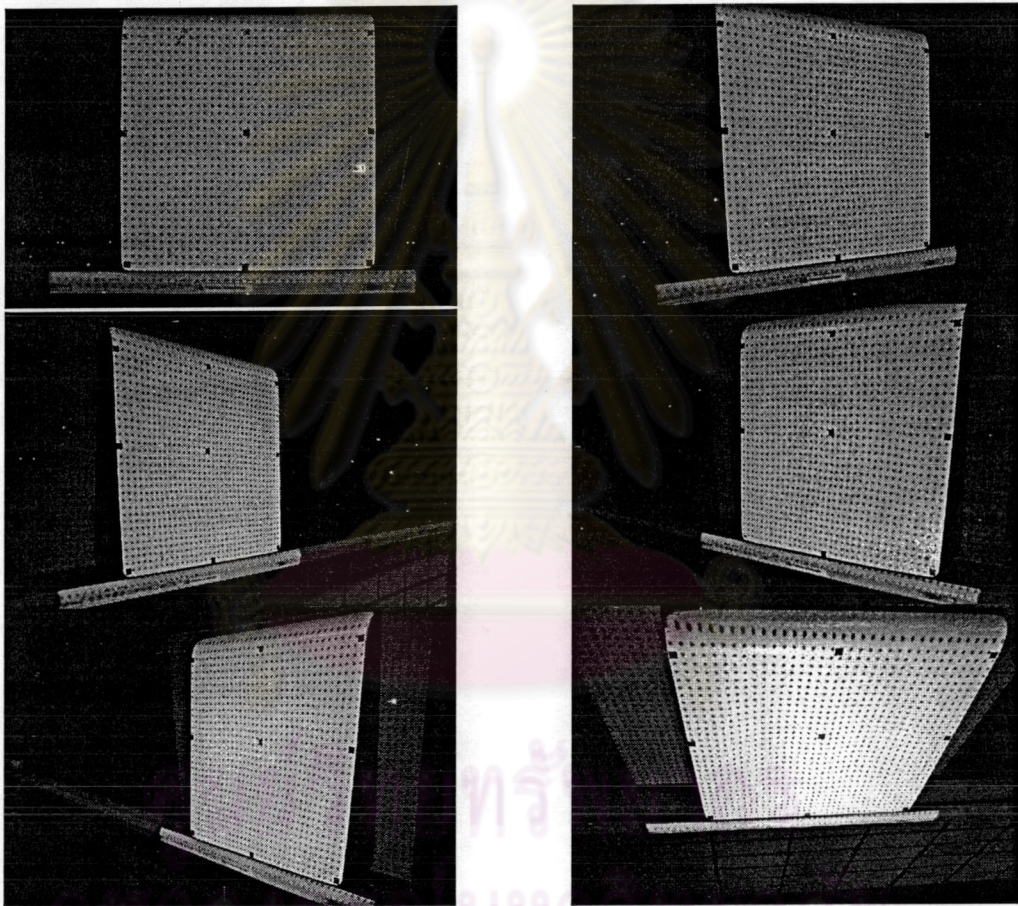
แบบจำลองของชิ้นส่วนแรกที่ใช้ในการสร้างพื้นผิวโดยการฉายลวดลายนั้นขนาดโดยประมาณเป็น 0.45×0.45 เมตร ด้วยโปรแกรม GenPattern¹ ซึ่งเป็นโปรแกรมที่สร้างจุดในขนาดต่างๆที่ต้องการจำนวนมากแสดงดังรูปภาพที่ 3.23 แล้วทำการฉายลวดลายลงบนพื้นผิวด้วยเครื่องฉายภาพ (LCD Projector) ขนาดของจุดสัญญาณบนภาพถ่ายปรากฏขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 8-10 จุดภาพมาตราส่วนภาพถ่ายเป็น $f: 130$ จุดควบคุมภาพถ่ายสำหรับการสร้างพื้นผิวของชิ้นส่วนใช้จำนวน 9 จุดควบคุม ด้วยภาพถ่ายจากกล้องถ่ายภาพดิจิทัล โคดัก ดีเอ็กซ์ 3900 ขยาย ที่วัดสอบแล้วจำนวน 6 ภาพ ในมุมมองต่างๆแสดงดังรูปภาพที่ 3.24 โดยกำหนดจุดตรวจสอบความถูกต้องเชิงเส้นของพื้นผิวที่สร้างด้วยวิธีการแบบกึ่งอัตโนมัติจำนวน 8 จุดตรวจสอบอยู่โดยรอบของชิ้นส่วน



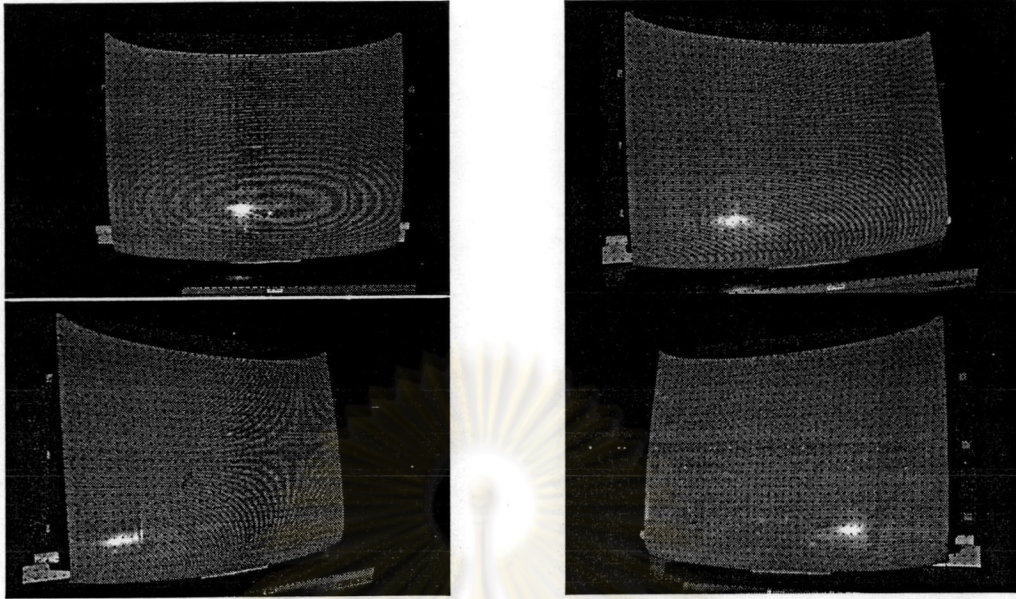
รูปภาพที่ 3.23 โปรแกรม Pattern Generator ที่ใช้ในการฉายลวดลาย

¹ โปรแกรม GenPattern สำหรับการฉายลวดลาย โดย ศศ.ดร.ไพศาล สันติธรรมนนท์

สำหรับแบบจำลองชิ้นส่วนที่สองเป็นชิ้นส่วนจริงของฝากระโปรงหน้ารถยนต์ขนาดตามแนวทแยงมุมประมาณ 1.85 เมตร ทำการฉายลดทอนลงบนพื้นผิวเพื่อสร้างจุดสัญญาณขนาด 8-10 จุดภาพ มาตรฐานภาพถ่ายเท่ากับ 1 : 305 ใช้จุดควบคุมภาพถ่ายในการประมวลผลเพื่อหาคู่ประกอบภายนอกของการถ่ายภาพจำนวน 13 จุดควบคุม และจำนวนภาพถ่ายในการสร้างแบบจำลองพื้นผิวเป็น 4 ภาพ ดังรูปภาพที่ 3.25 และพิจารณาการสร้างพื้นผิวแบบอัตโนมัติด้วยวิธีที่แตกต่างกันด้วยวิธี 2D-Object Point , 2 ½-Object Point และ 3D-Convex Hull เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ลักษณะของพื้นผิวที่ได้จากแบบจำลอง



รูปภาพที่ 3.24 ภาพถ่ายของการสร้างแบบจำลองพื้นผิวของชิ้นส่วนด้วยการฉายลดทอน



รูปภาพที่ 3.25 ภาพถ่ายของการสร้างแบบจำลองพื้นผิวของชิ้นส่วนรถยนต์

ขั้นตอนของการสร้างพื้นผิวด้วยการฉายลวดลายลงบนพื้นผิวนั้นทำให้เกิดจุดสัญญาณจำนวนมากซึ่งยากต่อการกำหนดตำแหน่งการวัดภาพถ่าย จึงอาศัยรูปแบบการสร้างที่เป็นแบบกึ่งอัตโนมัติโดยอาศัยความรู้ทางทฤษฎีที่เกี่ยวกับการประมวลผลภาพดิจิทัล ขั้นตอนของการสร้างแบบจำลองพื้นผิวด้วยการฉายลวดลายในการประมวลผลบนโปรแกรม PhotoModeler Pro4.0 ภายหลังจากการถ่ายภาพเป็นดังนี้

1. กำหนดตำแหน่งของจุดควบคุมภาพถ่ายของแต่ละภาพ ขั้นตอนนี้ไม่สามารถกระทำแบบอัตโนมัติได้
2. ประมวลผลแบบจำลองเพื่อหาค่าประกอบภายนอกของการถ่ายภาพ เพื่อให้ทราบการวางตัวและการหมุนของกล้องถ่ายภาพ
3. ในแต่ละภาพทำการกำหนดตำแหน่งของจุดสัญญาณ โดยอัตโนมัติ (Automatic Marking)
4. ทำการอ้างอิงจุดร่วมวัดร่วมบนภาพถ่ายทุกภาพด้วยการกำหนดตำแหน่งอ้างอิงแบบอัตโนมัติ (Automatic Referencing) จุดร่วมที่อ้างอิงแล้วแสดงด้วยเครื่องหมาย ar ดังรูปภาพที่ 3.26

5. ทำการเชื่อมจุดอ้างอิงซึ่งอาจมีความคลาดเคลื่อน โดยพิจารณาจากความคลาดเคลื่อนนั้นเป็นจุดภาพด้วยการใช้ Weld Unreferenced Point แสดงสัญลักษณ์ของจุดที่ทำการเชื่อมด้วย WS
6. ทำการเปิดภาพถ่ายใดภาพหนึ่งแล้วเลือกจุดทั้งหมดเพื่อทำการสร้างพื้นผิวแบบอัตโนมัติ (Automatic Surfacing/Triangulation)

พื้นผิวของแบบจำลองด้วยการฉายลดลายนั้นจะเป็นการใช้ภาพถ่ายจุดที่ไม่เกี่ยวข้องกับภาพถ่ายที่ใช้ในการพิจารณาความเหมาะสมทางตำแหน่งของแบบจำลองรถยนต์ วิธีการของการสร้างพื้นผิวแบบอัตโนมัติมีผลต่อพื้นผิวที่ได้ โดยที่โปรแกรม PhotoModeler Pro4.0 สามารถกำหนดวิธีการสร้างพื้นผิวด้วยวิธี 2D-Photo Marked Point , 2 ½-Object Point และ 3D-Convex Hull ซึ่งมีความเหมาะสมตามแต่ลักษณะการเปลี่ยนแปลงของพื้นผิวแบบจำลอง ลักษณะของการสร้างพื้นผิวแบบอัตโนมัติมักจะเกิดการทับซ้อนกันของพื้นผิวเสมอ จึงควรพิจารณาการสร้างพื้นผิวเป็นส่วนๆ เพื่อความสะดวกในการตรวจสอบแบบจำลอง

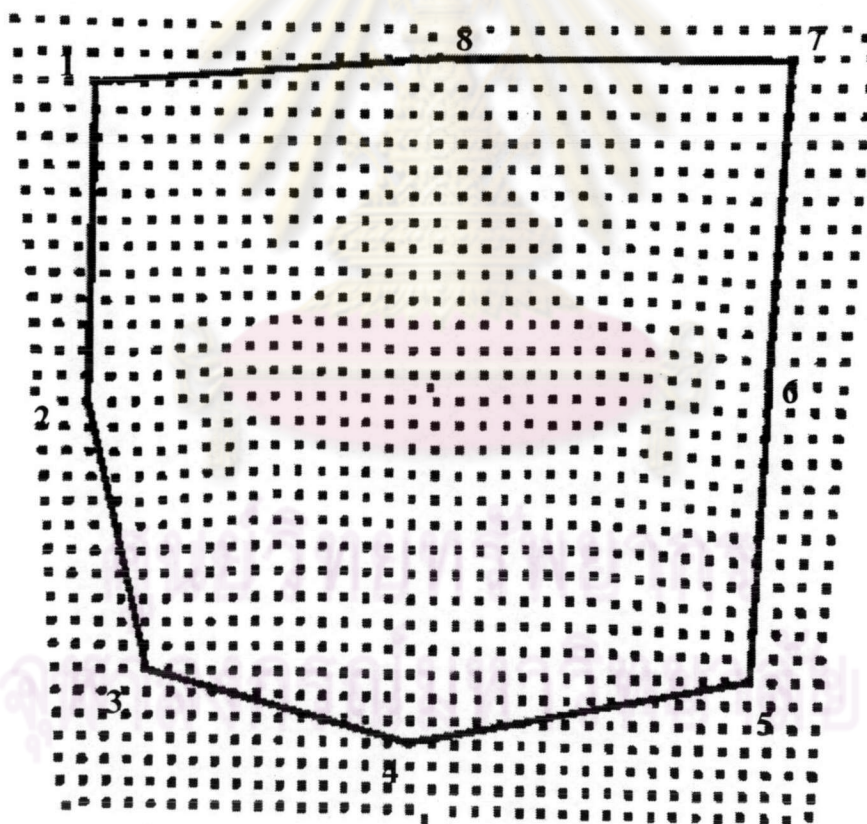


รูปภาพที่ 3.26 ภาพแสดงการอ้างอิงจุดรั้วร่วมบนภาพถ่ายด้วยวิธีอัตโนมัติ

แบบจำลองพื้นผิวด้วยการฉายลดลายนั้นส่วนทำการตรวจสอบความถูกต้องด้านระยะทางจากจุดตรวจสอบทั้ง 8 จุด ดังรูปภาพที่ 3.27 เป็นการแสดงตำแหน่งที่ใช้ตรวจสอบระยะทางระหว่างจุดตรวจสอบ โดยเปรียบเทียบกันระหว่างค่าที่วัดได้บนแบบจำลองพื้นผิวกับค่าที่วัดบนชิ้นส่วนเมื่อค่าระยะของจุดตรวจสอบได้จากการวัดด้วยเวอร์เนียร์มีค่าดังตารางที่ 3.10

จุดตรวจสอบ		ระยะตรวจสอบ (เซนติเมตร)
1	2	15.725
2	3	13.750
3	4	14.060
4	5	17.270
5	6	14.860
6	7	16.190
7	8	17.095
8	1	17.620

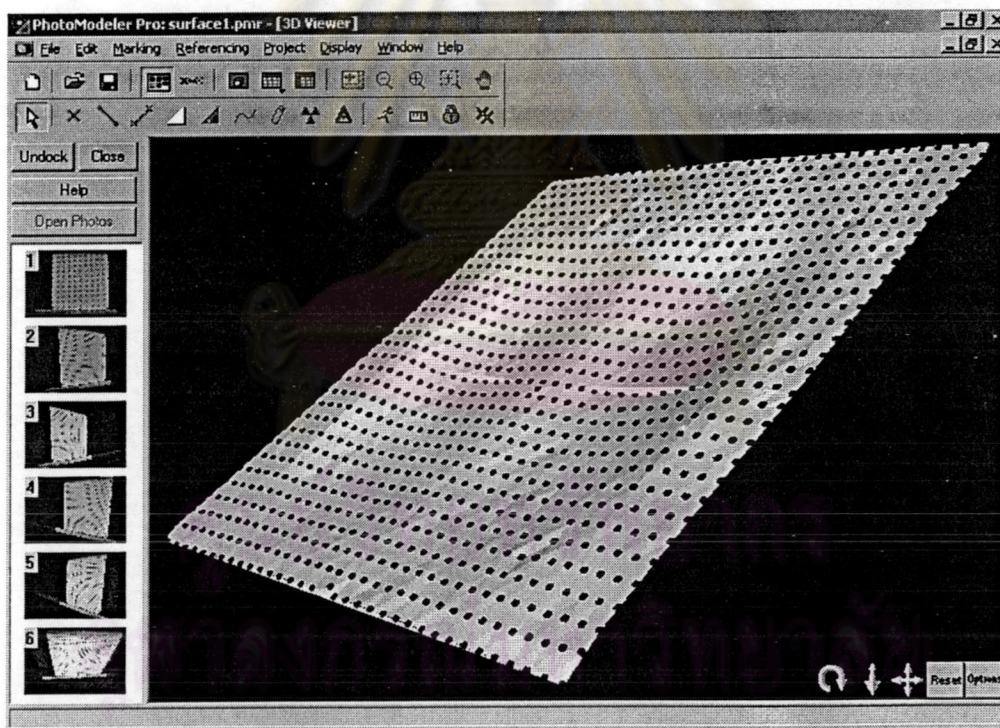
ตารางที่ 3.10 ตารางแสดงค่าระยะห่างระหว่างจุดตรวจสอบแบบจำลองพื้นผิวเป็นเซนติเมตร



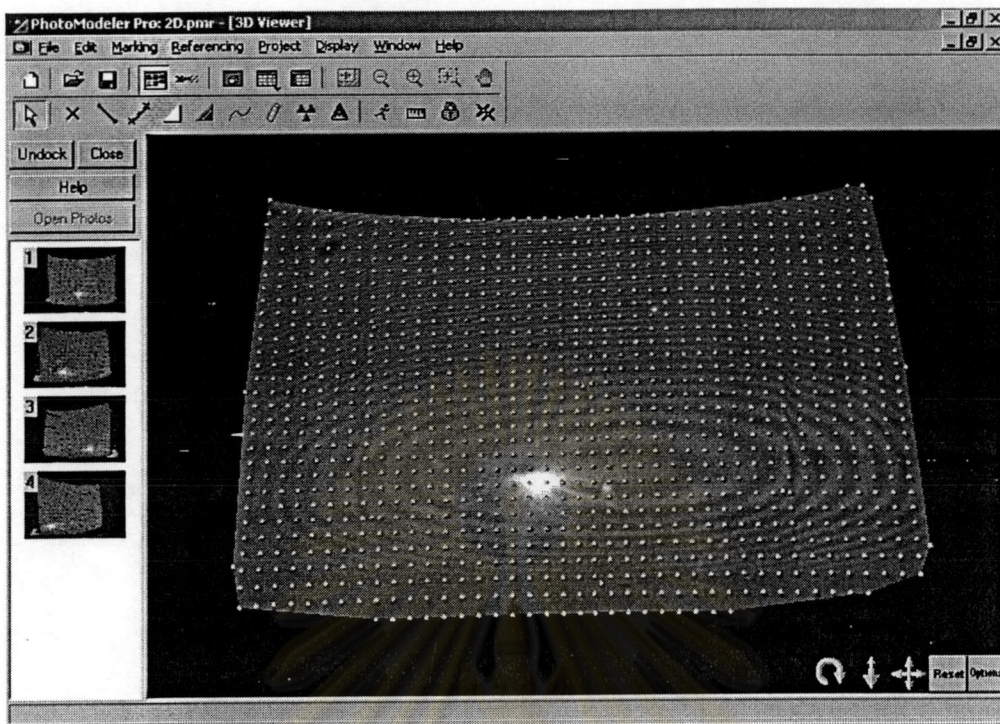
รูปภาพที่ 3.27 ภาพแสดงตำแหน่งของจุดตรวจสอบแบบจำลองพื้นผิวด้วยการฉายลดลาย

ในลักษณะของการฉายลวดลายของจุดสัญญาณลงบนพื้นผิว จำเป็นต้องพิจารณา ระดับของแสงในห้องปฏิบัติการด้วย เนื่องจากความสว่างในห้องมีผลต่อความชัดเจนของจุดสัญญาณ ที่ปรากฏบนพื้นผิววัตถุ ด้วยลักษณะของกล้องถ่ายภาพที่ใช้ในการทำงานวิจัยเป็นกล้องถ่ายภาพแบบ ทัวไป การกำหนดเงื่อนไขเชิงทัศนศาสตร์ของภาพถ่ายจึงไม่สามารถทำได้ดีเท่ากับกล้องถ่ายภาพแบบมือ อาชีพที่สามารถกำหนดเงื่อนไขการถ่ายภาพได้มากกว่า

ผลลัพธ์ของแบบจำลองพื้นผิวที่ได้จากการฉายลวดลายนั้นเป็นข้อมูลของจุดและพื้น ผิวจำนวนมาก ทำให้การประมวลผลแบบจำลองด้วยวิธีการทางภาพถ่ายใช้เวลานานขึ้นตามระดับความ หนาแน่นของลวดลาย โดยที่ความจำเป็นของการกำหนดความหนาแน่นของจุดนั้นขึ้นอยู่กับระดับ ความต้องการในการนำไปประยุกต์ใช้งานต่อไป แบบจำลองพื้นผิวสามารถแปลงให้อยู่ในรูปแบบ ของแฟ้ม 3ds ซึ่งใช้กับโปรแกรม 3D Studio หรือ 3d MAX ได้ ซึ่งโปรแกรมทางคอมพิวเตอร์กราฟ ฟิคสามารถทำการสร้างแบบจำลองพื้นผิวให้มีความละเอียดมากขึ้นได้



รูปภาพที่ 3.28 แบบจำลองพื้นผิวจากการฉายลวดลาย



รูปภาพที่ 3.29 แบบจำลองพื้นผิวของชิ้นส่วนฝากระโปรงหน้ารถยนต์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย