บทที่ 4
การทดลองและวิเคราะห์ผล

งานวิจัยนี้มีจุดประสงค์ในการแก้ไขวิธีการประมาณฉากสามมิติโดยการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างวัตถุ โดยเพิ่มข้อมูลของความสัมพันธ์ที่ครอบคลุมถึงตำแหน่งของวัตถุทั้งหมดภายในรูปภาพ โดยการทดสอบจะเน้นไปถึงความแม่นยำในการสร้างแบบจำลอง โดยจะทดสอบความแม่นยำสองประเภท คือความแม่นยำในการแบ่งกลุ่มความสัมพันธ์ และความแม่นยำในการประมาณพิกัดสามมิติ

นอกจากนี้การทดสอบยังรวมไปถึงลักษณะของฉากสามมิติที่วิธีที่นำเสนอสร้างได้เมื่อเทียบกับวิธีที่ได้ถูกนำเสนอมาก่อน

โดยการโปรแกรมทดสอบพัฒนาในโปรแกรม MATLAB R2009b บนหน่วยประมวลผล Intel Core 2 Duo P8600 2.40 GHz และหน่วยความจำ DDR2 RAM จำนวน 2 GB

รูปที่ใช้ในงานวิจัยทั้งหมดมีรายละเอียด 480x640 โดยฐานข้อมูลที่ใช้ในการเรียนรู้ทั้งหมด 30 รูปจากฐานข้อมูลของงานวิจัยการเรียนรู้โครงสร้างฉากสามมิติจากรูปภาพเดี่ยว ซึ่งประกอบด้วยความสัมพันธ์ทั้งหมด 4420 ความสัมพันธ์ โดยรูปที่ใช้จะถูกแสดงในภาคผนวก

4.1 ภาพรวมของการทดลอง

งานวิจัยนี้ได้ทำการทดลองเพื่อทดสอบประสิทธิภาพของงานวิจัย ในการสร้างฉากสามมิติโดยการใช้ความสัมพันธ์ระหว่างวัตถุ โดยทำการทดสอบทั้งหมดสองประเภทได้แก่

1 การทดสอบความแม่นยำในการแบ่งกลุ่มความสัมพันธ์: โดยมีวัตถุประสงค์ในการทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องมือการจำแนกความสัมพันธ์ที่ใช้กับค่าจุดเด่น โดยทำการทดสอบออกมาเป็นเมตริกซ์ความแปรปรวนระหว่างแต่ละคลาสของความสัมพันธ์

2 การทดสอบความแม่นยำการประมาณพิกัดสามมิติ: โดยมีวัตถุประสงค์ในการวัดความถูกต้องของฉากที่ได้โดยการใช้มาตรวัดสองอย่างคือค่าความผิดพลาดสัมพัทธ์ และค่าเบี่ยงเบนรากกำลังสองเฉลี่ย โดยนำมาเทียบกับงานวิจัยอื่น

4.2 การทดสอบความแม่นยำในการแบ่งกลุ่มความสัมพันธ์

การทดสอบความสัมพันธ์เป็นการทดสอบถึงประสิทธิภาพของเครื่องมือในการจำแนกค่าความสัมพันธ์กับค่าจุดเด่นที่ใช้ในการแบ่งแยก โดยในงานวิจัยนี้ได้ทำการใช้การแบ่งกลุ่มแบบเบย์ในการแบ่งกลุ่มความสัมพันธ์ เนื่องจากการใช้การแบ่งกลุ่มแบบเบย์เป็นการสามารถให้ผลลัพธ์ที่เป็นความน่าจะเป็นของวัตถุที่ตกอยู่ในความสัมพันธ์แบบต่างๆได้

4.2.1 วิธีการทดสอบความแม่นยำในการแบ่งกลุ่มความสัมพันธ์

การทดสอบความแม่นยำจะทำโดยการเปรียบเทียบความสัมพันธ์แบบเฉพาะส่วนที่ได้จากการแบ่งความสัมพันธ์ที่ได้อย่างอัตโนมัติ กับความสัมพันธ์แบ่งแยกโดยมนุษย์ และทำการเปรียบเทียบความถูกต้องของออกมาในรูปแบบของเมตริกซ์ความแปรปรวน และหาค่าเฉลี่ยของแต่ละคลาสออกมาเป็นเปอร์เซ็นความถูกต้อง

4.2.2 ผลการทดสอบความแม่นยำในการแบ่งกลุ่มความสัมพันธ์

ข้อมูลทดสอบในการทดสอบนี้ประกอบด้วยรูปทั้งหมด 13 รูปจากโดยทำการเลือกจากฐานข้อมูลของงานวิจัยการเรียนรู้โครงสร้างฉากสามมิติจากรูปภาพเดี่ยว [3-5] ซึ่งประกอบด้วยความสัมพันธ์ทั้งหมด 1968 ความสัมพันธ์ โดยรูปที่ใช้จะถูกแสดงในภาคผนวก

จากการทดสอบได้ค่าความแม่นยำเฉลี่ยของการแบ่งกลุ่มความสัมพันธ์ที่ 50.25% โดยรูปที่มีความสัมพันธ์ต่ำสุดอยู่ที่ 23.86% และสูงสุดอยู่ที่ 68.00% โดยผลการทดลองโดยละเอียดแสดงในภาคผนวก ส่วนความแม่นยำในการแบ่งกลุ่มเมื่อแสดงตามคลาส

ของความสัมพันธ์แสดงในตารางที่ 4.1 และตารางที่ 4.2 โดยผลการทดลองละเอียดจะถูแสดงในภาคผนวก

ตารางที่ 4.1 เมตริกซ์ความแปรปรวนแสดงความแม่นยำในการแบ่งกลุ่มความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนของคลาสที่ถูกต้องและคลาสที่แบ่งกลุ่มได้

		คลาสที่ถูกต้อง				
		SO	OC	OB	PO	PB
คลาสที่แบ่งกลุ่มได้	SO	713	300	248	117	112
	OC	6	82	22	5	22
	OB	6	26	74	26	5
	PO	21	14	3	57	7
	PB	16	3	13	7	63

ตารางที่ 4.2 ตารางแสดงเปอร์เซ็นต์ความแม่นยำในการแบ่งกลุ่มโดยแยกตามคลาส

	SO	OC	OB	PO	PB
จำนวนความสัมพันธ์ที่แบ่งกลุ่มถูกต้อง	713	82	74	57	63
จำนวนความสัมพันธ์ทั้งหมด	1490	137	137	102	102
เปอร์เซ็นต์ความแม่นยำ	47.85	59.85	54.01	55.88	61.76

ความแม่นยำในการแบ่งแยกของแต่ละคลาสของความสัมพันธ์ แสดงในตารางที่ 4.1 และตารางที่ 4.2 โดยคลาสที่มีเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องสูงสุดคือคลาสถูกวางทับ โดยมีเปอร์เซ็นต์ความแม่นยำอยู่ที่ 61.76% และต่ำสุดคือคลาสวัตถุเดียวกันโดยมีเปอร์เซ็นต์ความแม่นยำอยู่ที่ 47.85 % โดยจะเห็นได้ว่าคลาสวัตถุเดียวกันมีขนาดใหญ่กว่าคลาสอื่นอย่างเห็นได้ชัดทำให้การกระจายตัวของค่าจุดเด่นนั้นสูงจึงทำให้มีความผิดพลาดที่สูงกว่าคลาสอื่น

4.3 การทดสอบความแม่นยำการประมาณค่าความลึก

การทดสอบความแม่นยำจะทำการทดสอบค่าความลึกที่ได้จากการประมาณหาค่าความลึก เปรียบเทียบกับข้อมูลจริงที่ได้จากการวัดด้วยเลเซอร์ โดยทำการวัดผลเพื่อทดสอบ

ว่างานวิจัยที่ได้สามารถนำไปใช้ในการสร้างฉากสามมิติที่เสมือนจริงได้ โดยทำการเปรียบเทียบกับงานวิจัยอื่นๆ

4.3.1 วิธีการทดสอบความแม่นยำการประมาณค่าความลึก

การทดสอบความแม่นยำจะทำโดยการใช้มาตรวัดสองอย่างคือ ค่าความผิดพลาดสัมพัทธ์ และค่าเบี่ยงเบนรากกำลังสองเฉลี่ย ซึ่งมาตรวัดแบบค่าความผิดพลาดสัมพัทธ์จะแสดงถึงความผิดพลาดของความลึกโดยเทียบกับค่าความลึกตั้งต้นตามสมการ

$$Relative\ Error = \frac{\sum_{y=1}^{n}\sum_{x=1}^{n}\left|\frac{d_s(x,y)-d(x,y)}{d_{s(x,y)}}\right|}{n}$$

โดย $d_s(x,y)$คือค่าความลึกที่ตำแหน่ง (x,y) จากข้อมูลจริงและ $d(x,y)$คือค่าความลึกที่ตำแหน่ง (x,y) ที่ได้จากการประมาณค่าความลึกจากขั้นตอนวิธีที่นำเสนอ

และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานกำลังสองเฉลี่ยดังสมการ

$$RMSD = \sqrt{\sum_{y=1}^{n}\sum_{x=1}^{n}\frac{(d(x,y)-ds(x,y))^2}{n}}$$

4.3.2 ผลการทดสอบความแม่นยำในการประมาณค่าความลึก

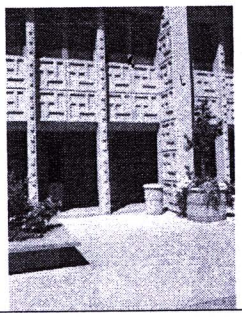
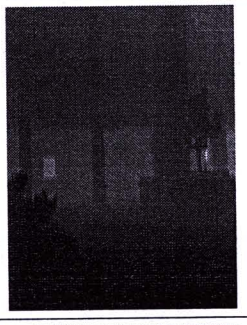
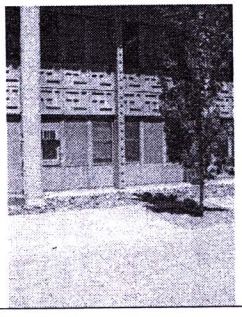
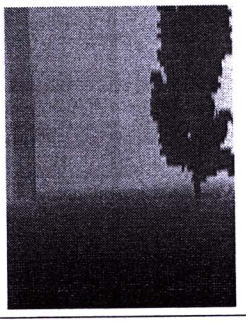
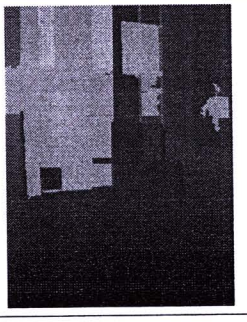
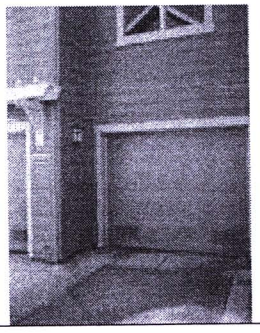
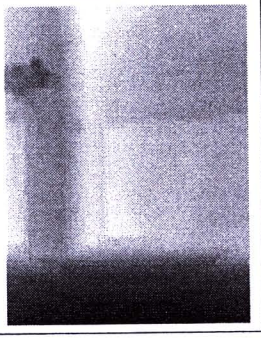
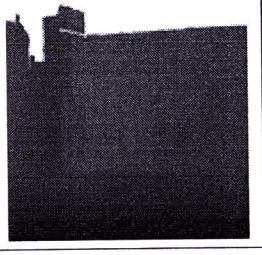
ข้อมูลทดสอบในการทดสอบนี้ประกอบด้วยรูปทั้งหมด 134 รูปจากโดยทำการเลือกจากฐานข้อมูลของงานวิจัยการเรียนรู้โครงสร้างฉากสามมิติจากรูปภาพเดี่ยว [3-5] โดยประกอบไปด้วยรูปภาพนำเข้า และความลึกของแต่ละจุดภาพที่ได้จากการแสกนด้วยเลเซอร์ โดยรูปที่ใช้จะถูกแสดงในภาคผนวก

จากผลการทดลอง ค่าความผิดพลาดสัมพัทธ์ มีผลเฉลี่ยอยู่ที่ 0.5450 โดยมีภาพที่ให้ค่าสูงสุดอยู่ที่ 1.4562 และภาพที่ให้ค่าต่ำสุดอยู่ที่ 0.2291

สำหรับค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานกำลังสองเฉลี่ย มีผลเฉลี่ยอยู่ที่ 23.9478 เมตร ภาพที่ให้ค่าสูงสุดอยู่ที่ 48.8284 เมตรและภาพที่ให้ค่าต่ำสุดอยู่ที่ 1.6289 เมตร

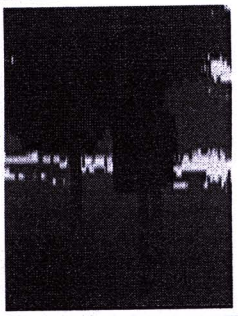
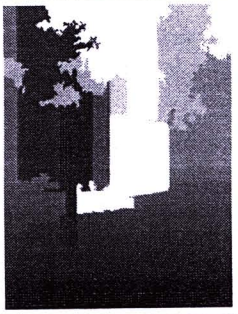
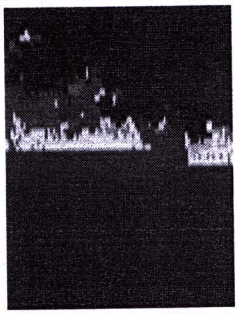
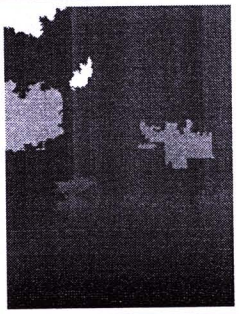
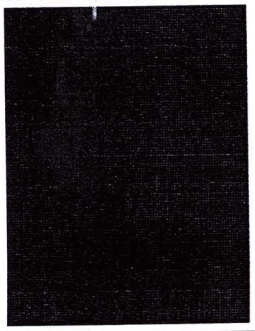
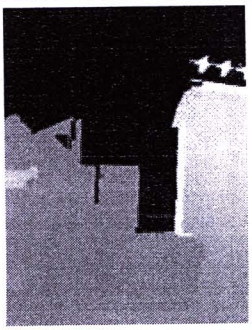
สำหรับค่าความผิดพลาดสัมพัทธ์ ผลลัพธ์ที่มีค่าความผิดพลาดสัมพัทธ์ต่ำสุดสามอันดับถูกแสดงในตารางที่ 4.3 และสูงที่สุดสามอันดับถูกแสดงในตารางที่ 4.4 สำหรับค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานกำลังสองเฉลี่ย ผลลัพธ์ที่มีค่าความผิดพลาดสัมพัทธ์ต่ำสุดสามอันดับถูกแสดงในตารางที่ 4.5 และสูงสุดสามอันดับถูกแสดงในตารางที่ 4.6 โดยผลการทดลองโดยละเอียดแสดงในภาคผนวก สุดท้ายทำการเปรียบเทียบผลการทดลองที่ได้กับงานวิจัยอื่น โดยผลสรุปแสดงในตารางที่ 4.7 โดยผลการทดลองละเอียดจะถูกแสดงในภาคผนวก

ตารางที่ 4.3 ผลลัพธ์ที่มีค่าความผิดพลาดสัมพัทธ์ต่ำสุดสามอันดับ

รูปนำเข้า	ค่าความลึกจริง	ค่าความลึกที่ประมาณได้	ค่าความผิดพลาดสัมพัทธ์	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานกำลังสองเฉลี่ย (เมตร)
			**0.2291**	2.7241
			**0.2384**	2.2336
			**0.2540**	1.6289

ในตารางที่ 4.3 แสดงรูปที่มีความคลาดเคลื่อนสัมพัทธ์ต่ำสุด โดยรูปที่ดีที่สุดสุดจะมีความผิดพลาดสัมพัทธ์ต่ำสุดที่ 0.2291 โดยรองลงมาคือ 0.2384 และ 0.2540 ตามลำดับ โดยรูปที่มีความผิดพลาดต่ำจะมีลักษณะคล้ายคลึงกันคือเป็นรูปที่มีเส้นรวมสายตาเพียงจุดเดียว และมีขนาดของฉากที่ไม่ใหญ่มาก

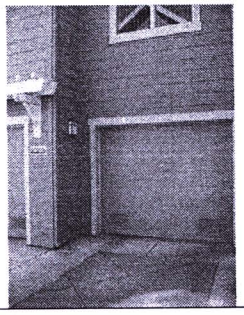
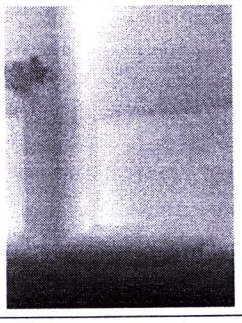
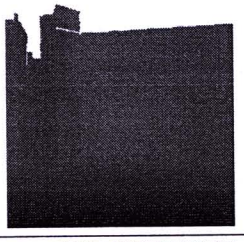
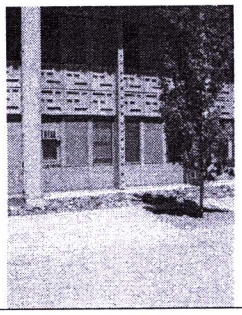
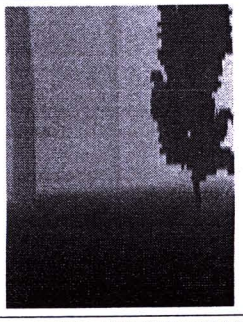
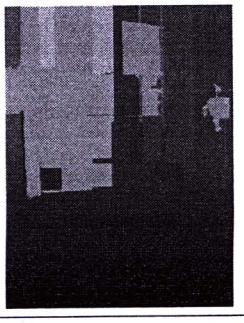
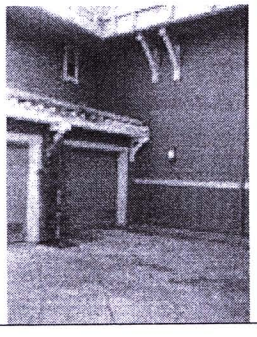
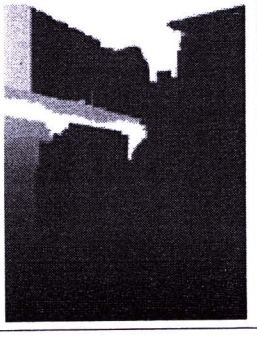
ตารางที่ 4.4 ผลลัพธ์ที่มีค่าความผิดพลาดสัมพัทธ์สูงสุดสามอันดับ

รูปนำเข้า	ค่าความลึกจริง	ค่าความลึกที่ประมาณได้	ค่าความผิดพลาดสัมพัทธ์	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานกำลังสองเฉลี่ย (เมตร)
			**1.4562**	15.136
			**1.4077**	18.9493
			**1.2929**	6.4630

ในตารางที่ 4.3 แสดงรูปที่มีความคลาดเคลื่อนสัมพัทธ์สูงสุด โดยรูปที่ได้ผลลัพธ์แย่ที่สุดที่ 1.4562 โดยรองลงมาคือ 0.2384 และ 0.2540 ตามลำดับ โดยรูปแรกเกิดจากการมีวัตถุบังหน้ารูป ซึ่งส่งผลให้ส่วนล่างของวัตถุซึ่งคือเสาด้านซ้ายถูกควบรวมไปกับพื้น เนื่องจากตำแหน่งนั้นต่ำกว่าเส้นขอบฟ้า ส่งผลให้การหาค่าความลึกส่วนของป้ายทั้งหมด

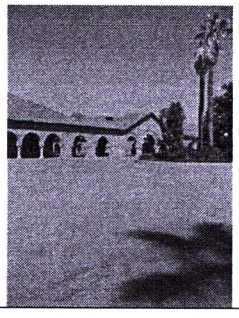
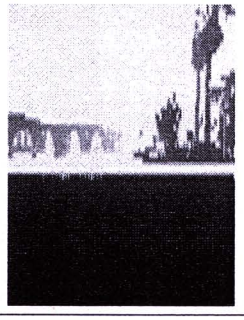
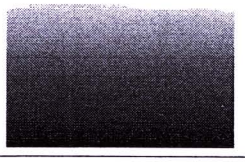
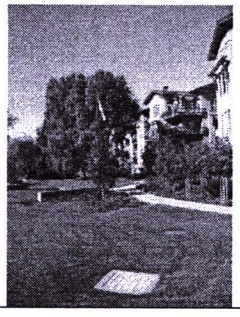
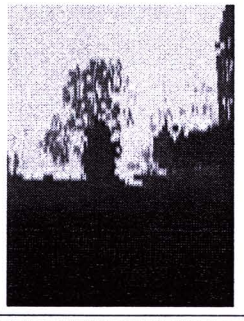
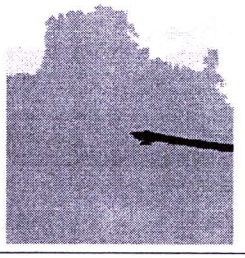
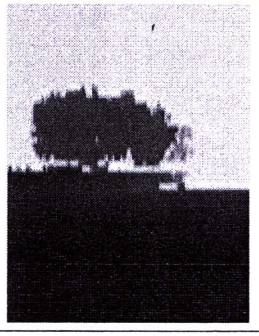
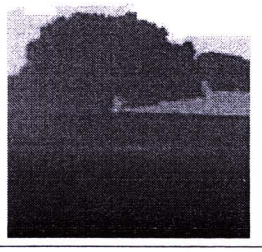
ผิดพลาด รูปต่อมาเกิดจากการตัดแบ่งรูปที่ผิดพลาดเนื่องจากค่าสีในรูปมีความใกล้เคียงกันมาก ทำให้บริเวณด้านบนทั้งหมดถูกควบรวมเป็นชิ้นเดียวทำให้การหาตำแหน่งผิดพลาด ทั้งความสัมพันธ์ที่ได้ รวมไปถึงการประมาณเส้นขอบฟ้า รูปสุดท้ายเกิดจากการเลือกพื้นที่ผิดพลาด โดยการเลือกพิกเซลที่แสดงบ้านด้านขวาเป็นส่วนพื้น และนำส่วนพื้นตั้งขึ้นมาความผิดพลาดที่ได้จึงมาก

ตารางที่ 4.5 ผลลัพธ์ที่มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานกำลังสองเฉลี่ยต่ำสุดสามอันดับ

รูปนำเข้า	ค่าความลึกจริง	ค่าความลึกที่ประมาณได้	ค่าความผิดพลาดสัมพัทธ์	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานกำลังสองเฉลี่ย (เมตร)
			0.254	**1.6289**
			0.2384	**2.2336**
			0.3185	**2.6869**

ในตารางที่ 4.5 แสดงรูปที่มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานกำลังสองเฉลี่ยต่ำสุด โดยรูปที่ดีที่สุดสุดจะมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานกำลังสองเฉลี่ยที่ 1.6289 เมตร โดยรองลงมาคือ 2.2336 เมตร และ 2.6869 เมตร ตามลำดับ โดยรูปที่มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานกำลังสองเฉลี่ยต่ำจะมีความสอดคล้องกับค่าความคลาดเคลื่อนสัมพัทธ์ที่ต่ำ

ตารางที่ 4.6 ผลลัพธ์ที่มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานกำลังสองเฉลี่ยสูงสุดสามอันดับ

รูปนำเข้า	ค่าความลึกจริง	ค่าความลึกที่ประมาณได้	ค่าความผิดพลาดสัมพัทธ์	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานกำลังสองเฉลี่ย (เมตร)
			0.623	**48.8284**
			0.6599	**48.5763**
			0.5967	**47.3977**

ในตารางที่ 4.6 แสดงรูปที่มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานกำลังสองเฉลี่ยสูงสุดโดยรูปที่แย่ที่สุดสุดจะมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานกำลังสองที่ 48.8284 โดยรองลงมาคือ 48.5763 และ 47.3977 ตามลำดับ โดยรูปที่มีความผิดพลาดสูงนั้นจะแตกต่างไปจากผลการทดลองค่าความผิดพลาดสัมพัทธ์เฉลี่ย โดยในมาตรวัดนี้รูปที่มีความผิดพลาดสูงจะได้แก่รูปที่มีค่าความลึกที่มาก หรือฉากที่ได้มีความไกล เนื่องจากสมการในการหาค่าความลึก ในระยะไกลจะมีอัตราการเพิ่มของระยะทางที่สูง ค่าความคลาดเคลื่อนของระยะทางจึงมาก ซึ่งรูปที่มีขนาดใหญ่และมีเพียงวัตถุที่อยู่ไกลหากหาระยะทางของจุดสัมผัสพื้นที่อยู่ไกลผิดพลาดไปเล็กน้อย ค่าที่คำนวณได้จะผิดพลาดไปมาก

ตารางที่ 4.7 เปรียบเทียบความแม่นยำการประมาณค่าความลึกกับงานวิจัยอื่น

งานวิจัย	ค่าความผิดพลาดสัมพัทธ์	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานกำลังสองเฉลี่ย(เมตร)
งานวิจัยของเรา	**0.5450**	**23.9478**
งานวิจัยของฟูตระกูล [6,7]	0.6685	25.53
งานวิจัยของแซกซีน่า (2006) [3]	0.530	16.7
งานวิจัยของแซกซีน่า (2007) มาร์คอฟแรนคอมฟิลด์แบบจุด [4,5]	0.458	ไม่ได้รายงาน
งานวิจัยของแซกซีน่า 2007 มาร์คอฟแรนคอมฟิลด์แบบซูเปอร์พิกเซล [4,5]	0.370	ไม่ได้รายงาน
งานวิจัยของลิว [24]	0.375	ไม่ได้รายงาน
งานวิจัยของโฮเอ็ม [22]	1.423	ไม่ได้รายงาน

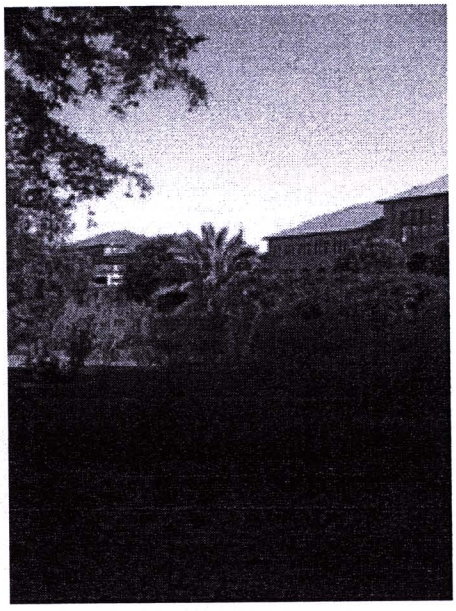
ในตารางที่ 4.7 ทำการเปรียบเทียบความแม่นยำในการประมาณค่าความลึกกับงานวิจัยอื่น โดยทำการเฉลี่ยมาตรวัดทั้งสองภายในฐานข้อมูลทั้ง 134 รูป โดยจากตารางจะเห็นได้ว่าค่าความลึกที่ประมาณได้ในงานวิจัยนี้ ดีกว่างานวิจัยการประมาณฉากสามมิติโดยการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างวัตถุทั้งสองมาตรวัด ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการปรับปรุงการทำงานโดยการเพิ่มความสัมพันธ์แบบวงกว้างสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานได้ โดยหาก

เทียบเคียงกับงานวิจัยอื่น งานวิจัยที่ทำได้ดีกว่าคืองานวิจัยของโฮเอ็ม และที่แย่กว่าคือของแซกซีน่าและของลิว ซึ่งเมื่อเทียบกับงานวิจัยของแซกซีน่าและลิว แล้วงานวิจัยของแซกซีน่าและลิวทำการเรียนรู้ค่าที่สามารถแปลงไปเป็นค่าความลึกได้โดยตรง ซึ่งต่างจากงานวิจัยของเราที่ทำการหาค่าความลึกโดยการประมาณการโดยสังเขป ซึ่งส่งผลให้ค่าความลึกที่หามาได้แม่นยำกว่า แต่ในทางกลับกันเมื่อเทียบกับงานวิจัยของโฮเอ็มที่ค่าที่ทำการเรียนรู้ไม่ได้บ่งบอกถึงค่าความลึกโดยตรงแล้ว งานวิจัยของเราให้ผลดีกว่าอย่างเห็นได้ชัด

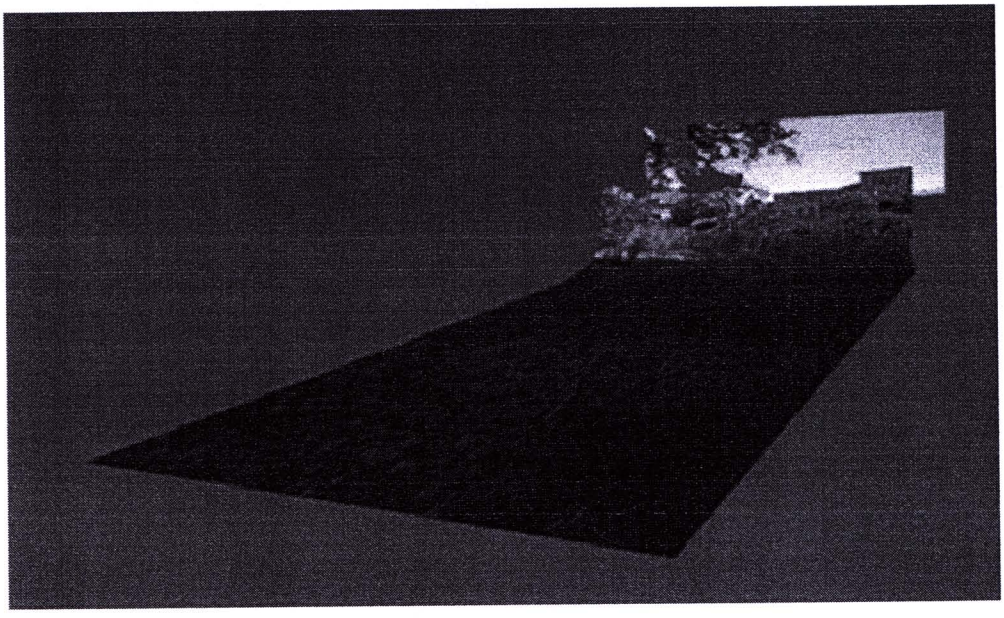
4.4 วิเคราะห์รูปร่างของแบบจำลองสามมิติ

จากงานวิจัยของเราได้เสนอวิธีการสร้างฉากสามมิติโดยการปรับปรุงวิธีการใช้ความสัมพันธ์ระหว่างวัตถุโดยการเพิ่มความสัมพันธ์แบบวงกว้าง โดยผลลัพธ์การสร้างฉากสามมิติแสดงในรูปที่ 4.1, รูปที่ 4.2 และรูปที่ 4.3 โดยแสดงผลลัพธ์เทียบเคียงระหว่างงานวิจัยนี้, ฟูตระกูล และแซกซีนา

โดยฉากสามมิติที่ได้มีลักษณะคือเป็นฉากซ้อนทับกันไป โดยจะมีส่วนที่ถูกแยกออกจากกัน เช่นระหว่างวัตถุกับท้องฟ้า เป็นต้น เมื่อเปรียบเทียบกับงานวิจัยของฟูตระกูลจะพบว่าผลที่ได้ดีกว่าและมีความบิดเบี้ยวของฉากที่ได้น้อยกว่า เนื่องมาจากการพิจารณาความสัมพันธ์ที่ครบถ้วน รวมถึงการเปลี่ยนแปลงการใช้ความสัมพันธ์ที่ได้มาสร้างฉากสามมิติ และเมื่อเทียบกับงานของแซกซีนาจะเห็นว่างานของแซกซีนาสามารถสร้างฉากสามมิติได้เพียงแค่ระนาบเดียวที่ต่อกันไป ดังนั้นจะไม่มีการแบ่งแยกระหว่างวัตถุอย่างชัดเจน

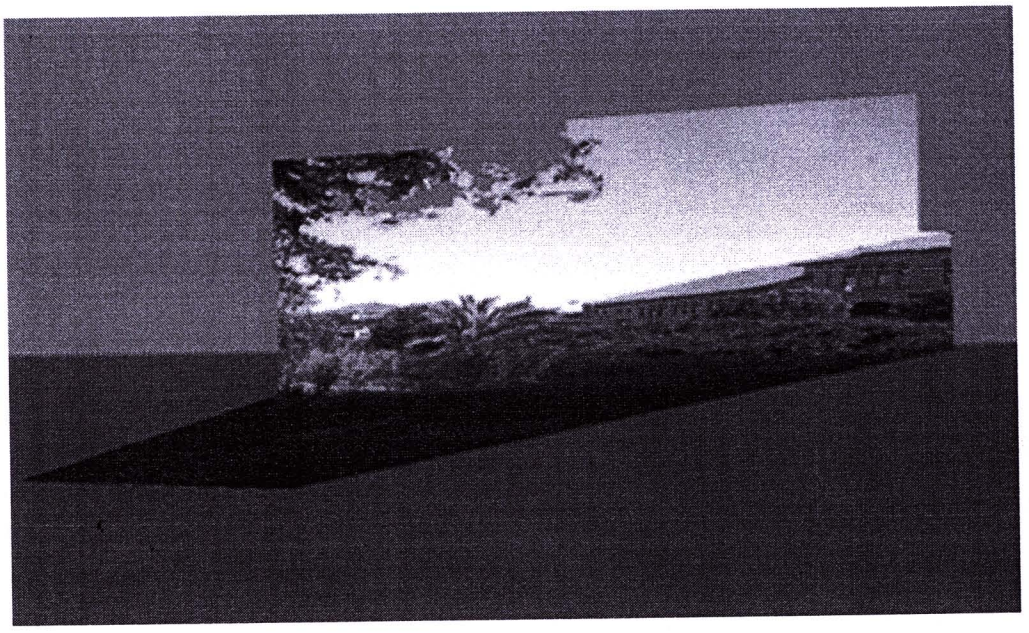


ก)

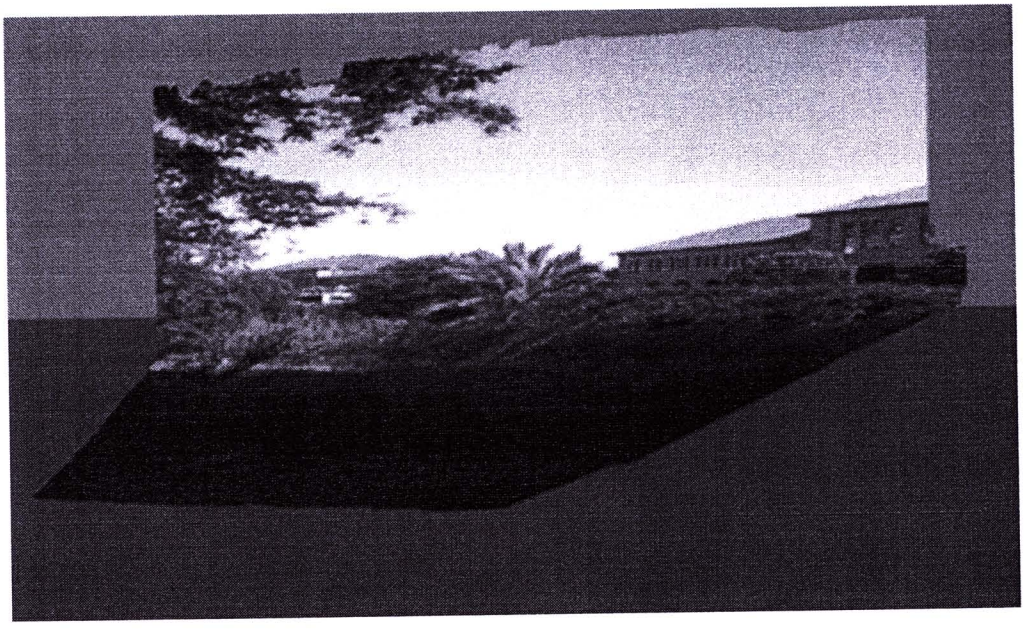


ข)

รูปที่ 4.1 ผลลัพธ์การสร้างฉากสามมิติจากรูปเดี่ยว ก) รูปนำเข้า ข) ผลลัพธ์ที่ได้จากงานวิจัยนี้

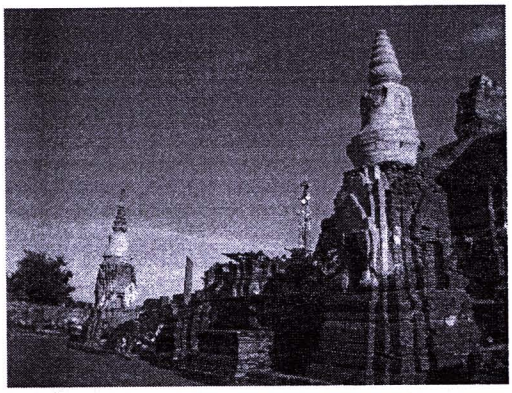


ก)



ข)

รูปที่ 4.2 ผลลัพธ์การสร้างฉากสามมิติจากรูปเดี่ยวจากงานวิจัยอื่นๆ ก) ผลลัพธ์ที่ได้จากงานวิจัยของฟูตระกูล ข) ผลลัพธ์ที่ได้จากงานวิจัยของแซกซีนา



ก)

ข)

ค)

รูปที่ 4.3 ผลลัพธ์การสร้างฉากสามมิติจากรูปเดี่ยวที่มีความขัดแย้งในความสัมพันธ์ ก) รูปนำเข้า ข) ผลลัพธ์ที่ได้จากงานวิจัยนี้ ค) ผลลัพธ์ที่ได้จากงานวิจัยของฟูตระกูล

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย

4.5 อภิปรายผลการทดลอง

ในงานวิจัยนี้ได้ทำการทดสอบประสิทธิภาพของขั้นตอนวิธีที่ได้นำเสนอทั้งหมดสามด้าน ได้แก่ความแม่นยำในการแบ่งกลุ่มความสัมพันธ์, ความแม่นยำในการประมาณค่าความลึก และรูปร่างของแบบจำลองสามมิติ

ในการหาความแม่นยำการแบ่งกลุ่มความสัมพันธ์ คลาสที่มีการแบ่งกลุ่มความสัมพันธ์แม่นยำที่สุดคือคลาสวางทับ และน้อยที่สุดคือคลาสวัตถุเดียวกัน แต่อย่างไรก็จามคลาสวัตถุเดียวกันที่พบนั้นมีมากกว่าคลาสอื่นถึงสิบเท่า ซึ่งเกิดจากการแบ่งส่วนรูปที่มากเกินไป โดยวัตถุหนึ่งภายในฉากจะถูกแบ่งเป็นหลายซูเปอร์พิกเซล จึงทำให้เกิดการกระจายตัวของค่าจุดเด่นที่มากกว่าคลาสอื่นๆ จึงทำให้การแบ่งกลุ่มคลาสดังกล่าวไม่แม่นยำ อีกทั้งการที่แบ่งส่วนรูปมากยังส่งผลต่อความสัมพันธ์แบบบดบัง และถูกบดบัง ซึ่งใช้ค่าจุดเด่นด้านเส้นขอบเป็นตัวเลือกหลัก โดยเส้นขอบนั้นเมื่อถูกแบ่งส่วนจนเล็ก จะไม่บ่งบอกถึงลักษณะของวัตถุ ซึ่งเป็นส่วนสำคัญในการแบ่งกลุ่มคลาสดังกล่าว

นอกจากนี้ค่าจุดเด่นที่ใช้ยังไม่สามารถแยกข้อมูลได้อย่างมีประสิทธิภาพเพียงพอ โดยใช้ทั้งหมดสี่กลุ่ม ได้แก่ พื้นผิว, เส้นขอบ, เส้นตรง และตำแหน่ง ซึ่งค่าจุดเด่นทางพื้นผิวนั้นใช้เพียงแค่ความแตกต่างของสี ซึ่งไม่เพียงพอ เมื่อใช้ในฐานข้อมูลภาพของงานวิจัยการเรียนรู้โครงสร้างฉากสามมิติจากรูปภาพเดี่ยว ซึ่งรูปแต่ละส่วนค่อนข้างมีค่าสีใกล้เคียงกันมาก รวมถึงค่าจุดเด่นทางก้านเส้นขอบยังขึ้นตรงกับคุณภาพของซูเปอร์พิกเซลอย่างมาก

การหาความแม่นยำในการประมาณค่าความลึก ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าการเพิ่มความสัมพันธ์แบบวงกว้างนั้นให้ผลลัพธ์ที่ดีกว่างานวิจัยการประมาณฉากสามมิติโดยการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างวัตถุ ที่ใช้เพียงแค่ความสัมพันธ์แบบเฉพาะส่วน แต่เมื่อเทียบกับงานที่ทำการหาค่าความลึกโดยตรงแล้ว งานวิจัยในกลุ่มการประมาณค่าความลึกจากความสัมพันธ์ระหว่างวัตถุนั้นให้ผลลัพธ์ที่แย่กว่า เนื่องจากความสัมพันธ์ระหว่างวัตถุนั้นสามารถบอกได้เพียงช่วงของค่าความลึก ซึ่งแตกกต่างจากการหาความลึกโดยตรง โดยความแม่นยำนั้นขึ้นกับการประมาณค่าความลึกนั้นขึ้นอยู่กับความถูกต้องในการหาส่วนคอมโพเนนท์พื้น โดยสังเกตได้ว่ารูปที่มีค่าความแม่นยำสูงจะมีส่วนพื้นที่ชัดเจนและคาดเดาตำแหน่งเส้นขอบฟ้าได้ถูกต้อง ส่วนรูปที่มีค่าผิดพลาดสูงจะเป็นฉากที่มีวัตถุบังอยู่ด้านหน้า มีส่วนพื้นที่ไม่ชัดเจน นอกจากนี้ในรูปที่มีค่าสีใกล้เคียงกันทั้งรูปการแบ่งรูปที่ได้ซูเปอร์พิกเซลที่ได้มีน้อยเกินไปโดยควบรวมวัตถุหลายชิ้นเข้าไปด้วยกัน การหาค่าความลึกจะมีค่าผิดพลาดที่มาก

สุดท้ายคือการพิจารณารูปร่างของฉากสามมิติ โดยในงานวิจัยนี้ได้เสนอวิธีการสร้างฉากสามมิติที่มีคุณลักษณะคือ มีพื้นติดต่อกันเพียงชิ้นเดียว โดยที่วัตถุต่างๆในภาพซ้อนทับกันไปเป็นชั้นๆโดยขนานไปกับระนาบกล้อง ซึ่งต่างจากงานวิจัยของแซกซีนาที่ฉากที่สร้างได้จะติดกันเป็นชิ้นเดียว แต่สามารถบิดงอได้อย่างอิสระ และต่างจากงานของโฮเอ็มที่สามารถสร้างฉากที่มีวัตถุเพียงชิ้นเดียว