

บทที่ 5

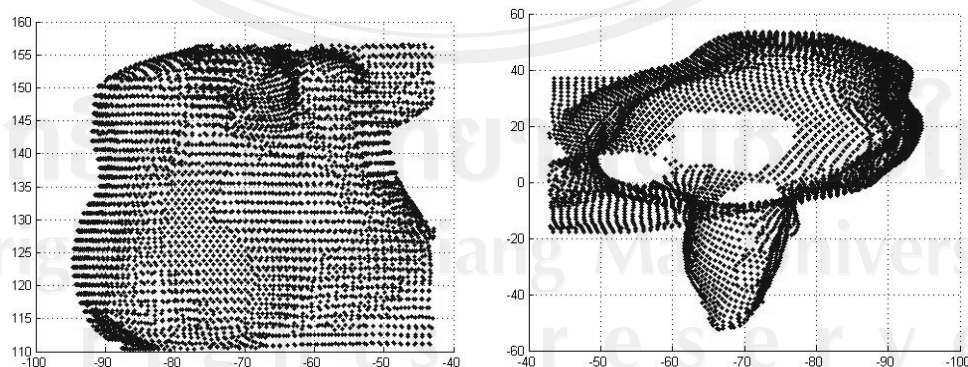
การปรับปรุงการทดลองและการประยุกต์ใช้อื่น ๆ

ในบทนี้จะเป็นการปรับปรุงวิธีการทดลองโดยโดยการแยกส่วนแบบจำลอง Stanford Bunny และ Dragon ซึ่งผลการทดลองจากบทที่ 4 ยังให้ผลที่ไม่ถูกต้อง นอกจากนี้ยังมีแบบจำลอง Hamtaro ซึ่งเป็นผลจากการสแกนด้วยเครื่องสแกนวัตถุ 3 มิติที่สร้างขึ้นในห้องวิจัยความฉลาดทางการคำนวณ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่อีกด้วย

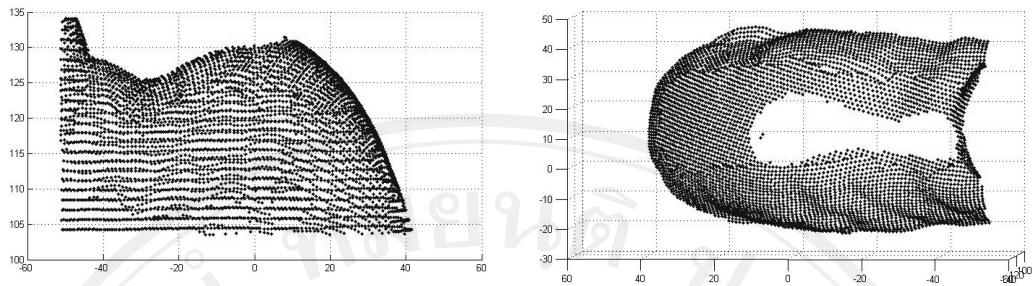
การทดลองนี้จะแยกส่วนแบบจำลองในแต่ละบริเวณที่หายไปออกจากกัน แล้วทำการสอนระบบเพื่อสร้างกลับจุดที่หายไปในแต่ละส่วน โดยจากผลการทดลองในบทที่ 4 จะพบว่า FSVR ให้ผลการทดลองที่ดีที่สุดในทุก ๆ แบบจำลองเป็นการฝึกสอนคอมพิวเตอร์โดยใช้ฟังก์ชันเคอร์เนลแบบ RBF และใช้ฟังก์ชันความเป็นสมาชิกแบบกำลังสอง ดังนั้นแนวทางในการปรับปรุงผลการทดลองคือการนำเคอร์เนล RBF และฟังก์ชันความเป็นสมาชิกแบบกำลังสองมาใช้ในการทดลองกับแบบจำลอง Stanford Bunny และ Dragon การทดลองในบทนี้มีดังต่อไปนี้

5.1 ผลการสร้างกลับจุดที่หายไปแบบแยกส่วนสำหรับแบบจำลอง Stanford Bunny

ในการทดลองนี้จะเริ่มจากการแยกส่วนของแบบจำลอง Stanford Bunny ออกเป็น 2 ส่วน คือส่วนหัว และส่วนสันหลัง ดังรูปที่ 5.1 และ 5.2 การทดลองนี้จะเป็นการฝึกสอนระบบในแนวแกน x



รูปที่ 5.1 แสดงส่วนที่หายไปของแบบจำลอง Stanford Bunny ส่วนหัว



รูปที่ 5.2 แสดงส่วนที่หายไปของแบบจำลอง Stanford Bunny ส่วนสันหลัง

การทดลองนี้จะเริ่มจากฝึกสอนระบบโดยใช้ FSVR ใช้ฟังก์ชันเคอร์เนล RBF และฟังก์ชันความเป็นสมาชิกแบบกำลังสองโดยการพิจารณาผลจากชุดเวกเตอร์ที่ดีที่สุดเพื่อนำมาทดลองกับชุดทดสอบแบบบอด

สำหรับพารามิเตอร์ที่ให้ผลที่ดีที่สุดในการทดลองกับแบบจำลอง Stanford Bunny ส่วนหัว คือ ใช้ค่า $C = 80$ และ $\sigma = 0.70$ และส่วนสันหลัง คือ $C = 250$ และ $\sigma = 0.50$ ผลการทดลองที่ได้ระหว่างการใช้ FSVR และ SVR แสดงดังตารางที่ 5.1 และ 5.2

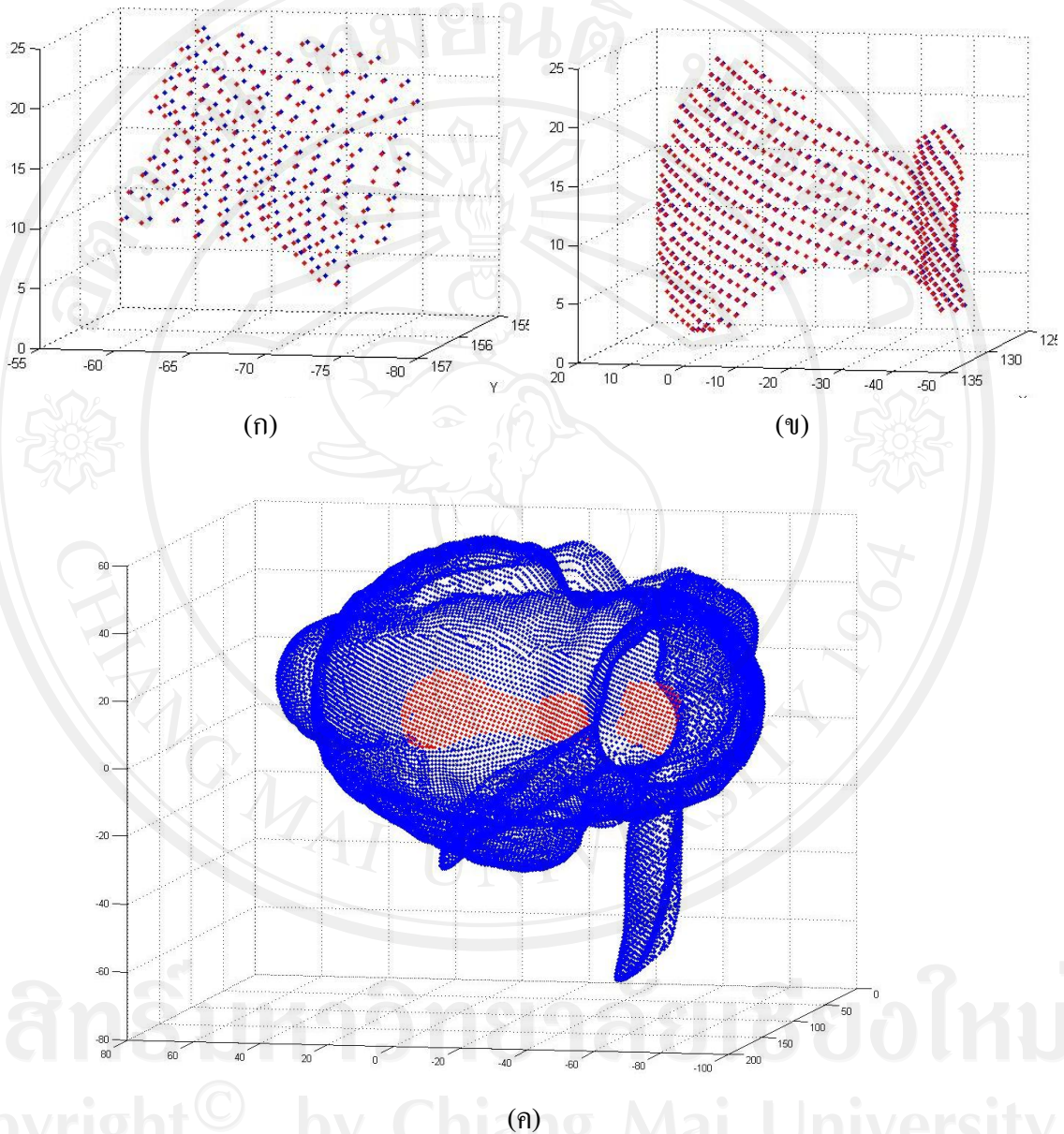
ตารางที่ 5.1 แสดงผลการทดลองที่ดีที่สุดของแบบจำลอง Stanford Bunny ส่วนหัวในการใช้เคอร์เนล RBF

รายละเอียด	ค่าผิดพลาดสัมบูรณ์เฉลี่ย หน่วย เป็น มิลลิเมตร			
	3 จุดก่อนหน้า	5 จุดก่อนหน้า	7 จุดก่อนหน้า	9 จุดก่อนหน้า
เวกเตอร์ของ FSVR	0.0649	0.06013	0.0342	0.0200
ชุดทดสอบของ FSVR	0.0654	0.0685	0.0384	0.0563

ตารางที่ 5.2 แสดงผลการทดลองที่ดีที่สุดของแบบจำลอง Stanford Bunny ส่วนสันหลังในการใช้เคอร์เนล RBF

รายละเอียด	ค่าผิดพลาดสัมบูรณ์เฉลี่ย หน่วย เป็น มิลลิเมตร			
	3 จุดก่อนหน้า	5 จุดก่อนหน้า	7 จุดก่อนหน้า	9 จุดก่อนหน้า
เวกเตอร์ของ FSVR	0.0355	0.0218	0.0084	0.0133
ชุดทดสอบของ FSVR	0.0432	0.0357	0.0207	0.0413

ผลการทดลองพบว่า ชุดฝึกสอนแบบ 7 จุดก่อนหน้าให้ผลดีที่สุดทั้งการทดลองส่วนหัวและ
 สันหลัง และผลการทดลอง FSVR ให้ผลดีกว่า SVR ผลไปสร้างกลับจุดแสดงดังรูปที่ 5.3



รูปที่ 5.3 เปรียบเทียบผลการทดลองกับ Ground truth ของแบบจำลอง Stanford Bunny

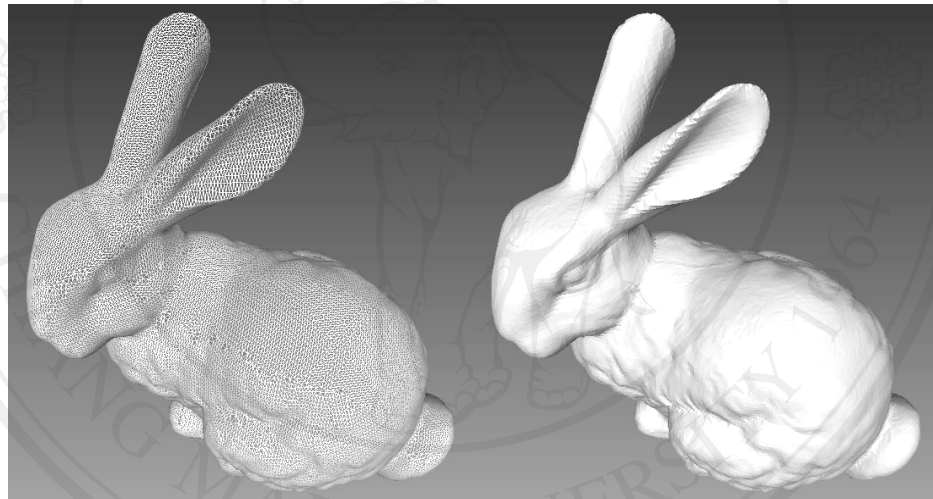
แบบแยกส่วน (ก) ส่วนหัว (ข) ส่วนสันหลัง

(ค) ผลการสร้างกลับจุดที่หายไปของแบบจำลอง Stanford Bunny

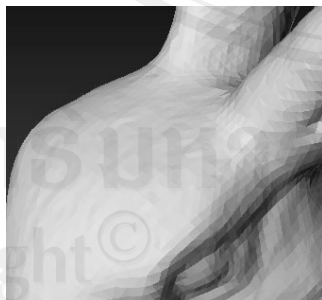
ตารางที่ 5.3 ผลการตอบแบบสอบถามความคิดเห็น ของแบบจำลอง Stanford Bunny แบบแยกส่วน

ไม่สมจริง เลข	สมจริง น้อยมาก	สมจริง ค่อนข้างน้อย	สมจริง ปานกลาง	สมจริง ค่อนข้างมาก	สมจริง มากที่สุด
0	1	2	3	4	5
				8 คน	12 คน

จากตารางที่ 5.3 ผลการตอบแบบสอบถามดีกว่าตารางที่ 4.10 เป็นอย่างมากแสดงให้เห็นว่า ผลการสร้างกลับจุดด้วยวิธีการนี้ให้ผลดีกว่า และเมื่อนำผลการสร้างกลับจุดที่ได้ไปสร้างพื้นผิวจะได้ผลลัพธ์ดังรูปที่ 5.4 และผลการตอบแบบสอบถามดังตารางที่ 5.4 เช่นกัน



(ก)



(ข)



(ค)

รูปที่ 5.4 ผลการขึ้นพื้นผิวของแบบจำลอง Stanford Bunny

(ก) หลังการทดลอง (ข) ภาพขยายส่วนหัว (ค) ภาพขยายส่วนสันหลัง

ตารางที่ 5.4 ผลการตอบแบบสอบถามความคิดเห็นการสร้างพื้นผิวของแบบจำลอง Stanford Bunny แบบแยกส่วน

ไม่สมจริง เลข	สมจริง น้อยมาก	สมจริง ค่อนข้างน้อย	สมจริง ปานกลาง	สมจริง ค่อนข้างมาก	สมจริง มากที่สุด
0	1	2	3	4	5
					20 คน

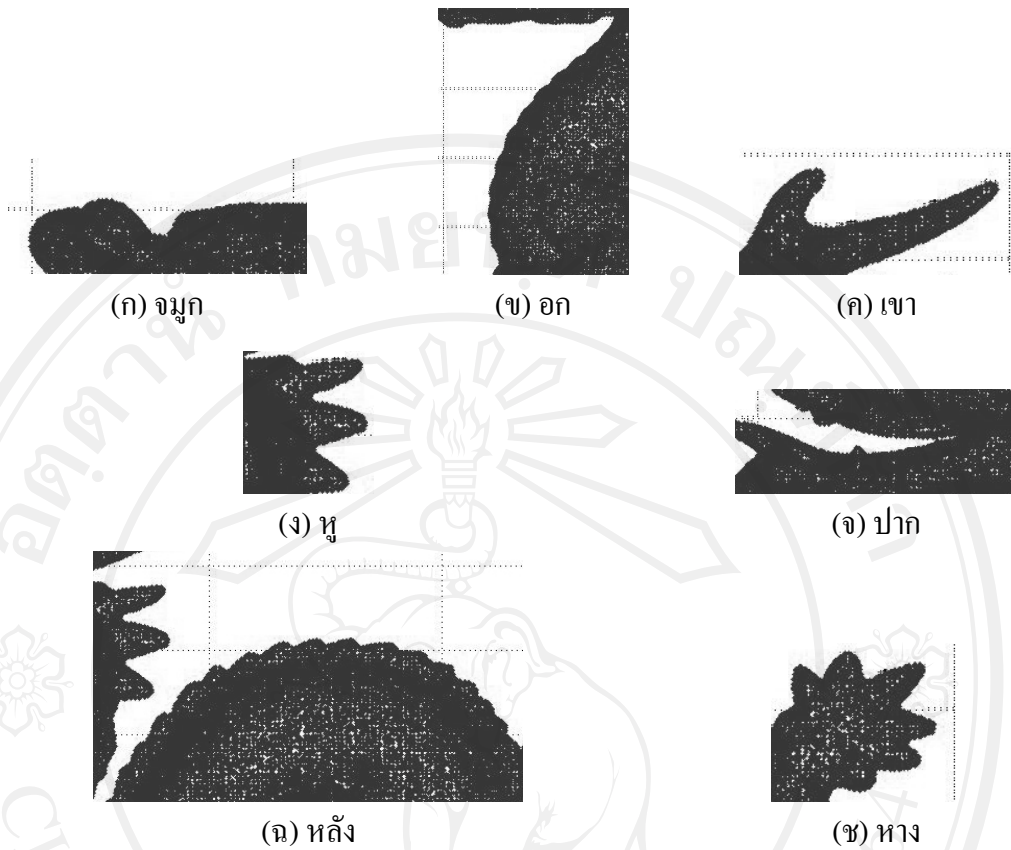
จากผลการตอบแบบสอบถามจะพบว่าหลังการสร้างพื้นผิวแล้วผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่รู้สึกว่ แบบจำลองมีความสมจริงเพิ่มมากขึ้น เมื่อเทียบการขึ้นพื้นผิวบริเวณส่วนหัวระหว่างรูปที่ 5.4 (ข) กับ รูปที่ 4.9 (ค) จะเห็นว่ารูปที่ 5.4 (ข) นั้นค่อนข้างเรียบกว่าเล็กน้อย แต่เมื่อเปรียบเทียบการขึ้นพื้นผิวส่วนสันหลังระหว่างรูปที่ 5.4 (ค) กับรูปที่ 4.9 (ง) จะเห็นได้ชัดว่ารูปที่ 5.4 (ค) มีพื้นผิวที่เรียบกว่ามาก ซึ่งสอดคล้องกับผลการตอบแบบสอบถามที่มีความคิดเห็นส่วนใหญ่เห็นว่าผลของการสร้างพื้นผิวในการทดลองนี้สมจริงมากที่สุดคิดเป็น 100% ซึ่งดีกว่าผลการตอบแบบสอบถามในตารางที่ 4.19 อีกด้วย

5.2 ผลการสร้างกลับจุดที่หายไปแบบแยกส่วนสำหรับแบบจำลอง Dragon

ในการทดลองนี้จะแบ่งส่วนของแบบจำลอง Dragon ออกเป็น 7 ส่วน ดังรูปที่ 5.5 แล้วทำการแยกส่วนเพื่อทำการทดลองโดยการปรับพารามิเตอร์ C อยู่ในช่วง 10-300 และ ε เท่ากับ 0.0001

การทดลองนี้ได้ประยุกต์ใช้ทั้งวิธีการการเปลี่ยนแนวแกนในการฝึกสอนดังที่กล่าวไปแล้วในหัวข้อที่ 3.1 เพิ่มความละเอียด, การสร้างชุดทดสอบแบบเว้นจุดดังที่กล่าวไปแล้วในหัวข้อที่ 3.3 ซึ่งในบทที่ 4 นั้นแบบจำลอง Dragon จะถูกฝึกสอนตามแนวแกน y แต่เมื่อแยกส่วนที่หายไปออกจากกันแล้วพบว่า การทดลองสร้างกลับจุดที่หายไปบริเวณอกของแบบจำลองผลการทดลองที่ดีที่สุดคือการฝึกสอนในแนวแกน x ส่วนหลังและหางผลการทดลองที่ดีที่สุดคือการฝึกสอนในแนวแกน z อีกด้วย

รายละเอียดในการทดลองแสดงดังตารางที่ 5.5 ซึ่งการทดลองจะทดลองปรับค่า σ และพารามิเตอร์ต่าง ๆ เพื่อหาผลที่ดีที่สุดของแต่ละส่วน ตารางที่ 5.6 แสดงค่าของพารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่ให้ผลการทดลองที่ดีที่สุด



รูปที่ 5.5 การแยกแบบจำลอง Dragon ออกเป็น 7 ส่วน

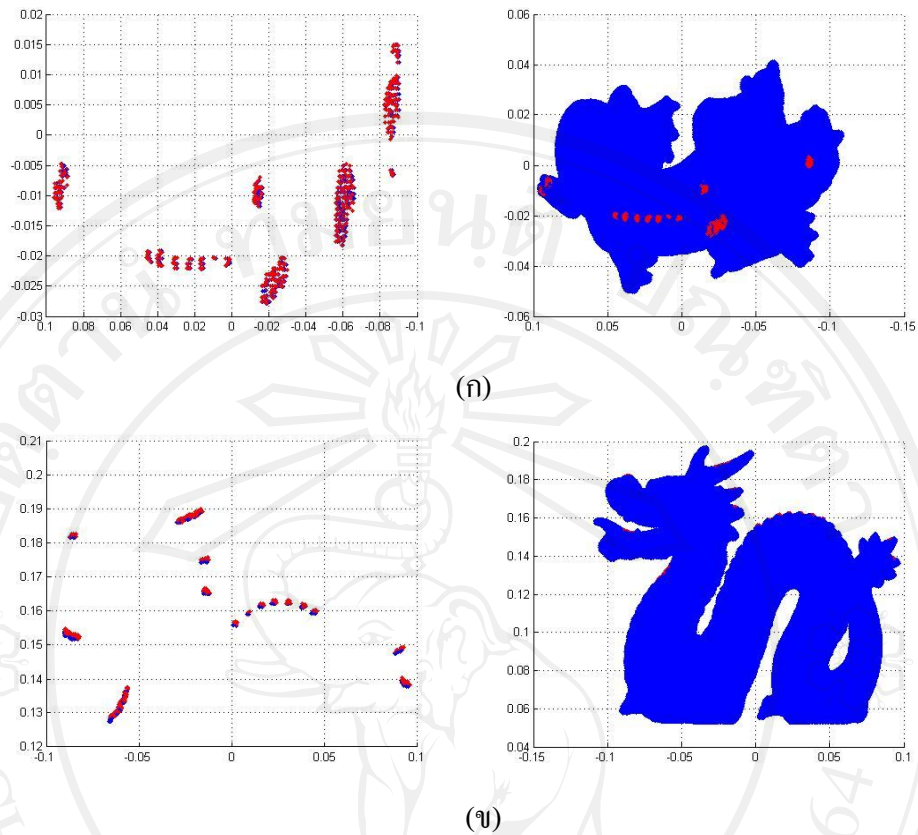
ตารางที่ 5.5 รายละเอียดการสร้างชุดฝึกสอนของแบบจำลอง Dragon ที่ให้ผลดีที่สุด

ส่วนของ แบบจำลอง	โครงสร้างที่ดีที่สุด			
	ฝึกสอนตาม แนวแกน	เพิ่มความละเอียด	ข้ามจุด	ชุดฝึกสอน
จมูก	y	ไม่เพิ่ม	ไม่ข้าม	7 จุดก่อนหน้า
ออก	x	เพิ่ม	ข้าม 2 จุด	7 จุดก่อนหน้า
เขา	y	เพิ่ม	ไม่ข้าม	5 จุดก่อนหน้า
หู	y	เพิ่ม	ไม่ข้าม	5 จุดก่อนหน้า
ปาก	y	ไม่เพิ่ม	ไม่ข้าม	7 จุดก่อนหน้า
หลัง	z	เพิ่ม	ข้าม 2 จุด	7 จุดก่อนหน้า
หาง	z	เพิ่ม	ไม่ข้าม	3 จุดก่อนหน้า

ตารางที่ 5.6 ผลการทดลองการสร้างกลับจุดของแบบจำลอง Dragon โดยใช้ FSVR

ส่วนของ แบบจำลอง	โครงสร้างที่ดีที่สุด			
	ชุดฝึกสอนที่ให้ผลดีที่สุด	C	σ	ค่าผิดพลาด สัมบูรณ์ เฉลี่ย หน่วย เป็น มิลลิเมตร
จมูก	ชุดเวกเตอร์ของ FSVR	150	0.85	0.0251
	ชุดทดสอบแบบบอดของ FSVR			0.0981
อก	ชุดเวกเตอร์ของ FSVR	200	0.6	0.0845
	ชุดทดสอบแบบบอดของ FSVR			0.2541
ขา	ชุดเวกเตอร์ของ FSVR	120	0.45	0.1658
	ชุดทดสอบแบบบอดของ FSVR			0.4541
หู	ชุดเวกเตอร์ของ FSVR	80	0.72	0.2548
	ชุดทดสอบแบบบอดของ FSVR			0.7451
ปาก	ชุดเวกเตอร์ของ FSVR	100	0.95	0.0121
	ชุดทดสอบแบบบอดของ FSVR			0.0784
หลัง	ชุดเวกเตอร์ของ FSVR	250	0.7	0.0746
	ชุดทดสอบแบบบอดของ FSVR			0.2845
หาง	ชุดเวกเตอร์ของ FSVR	320	0.38	0.0877
	ชุดทดสอบแบบบอดของ FSVR			0.4054

จากผลการทดลองทุกส่วนพบว่าเคอร์เนลที่ให้ผลความผิดพลาดน้อยที่สุดคือ RBF และผลจากแยกส่วนเพื่อทดสอบระบบ โดยใช้ FSVR มีค่าความผิดพลาดสัมบูรณ์เฉลี่ย 0.3028 มิลลิเมตร ซึ่งดีกว่ามากเมื่อเปรียบเทียบกับผลการทดลองในตารางที่ 4.14 ซึ่งให้ค่าความผิดพลาด 6.5541 มิลลิเมตร ผลการสร้างกลับกลับจุดเป็นดังรูปที่ 5.6 และผลการตอบแบบสอบถามแสดงดังตารางที่ 5.7

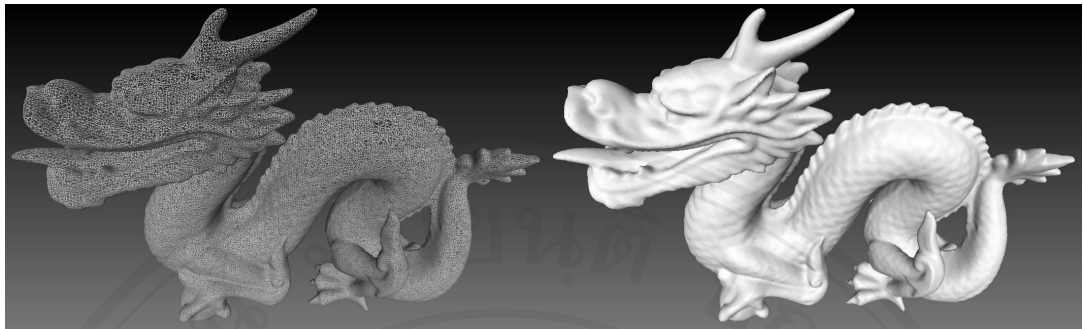


รูปที่ 5.6 ผลการขึ้นรูปด้วยคอมพิวเตอร์ของแบบจำลอง Dragon แบบแยกส่วน
 (ก) เปรียบเทียบผลการทดลองกับ Ground truth และผลการสร้างกลับจุดที่หายไป ด้านบน
 (ข) เปรียบเทียบผลการทดลองกับ Ground truth และผลการสร้างกลับจุดที่หายไป ด้านข้าง

ตารางที่ 5.7 ผลการตอบแบบสอบถามความคิดเห็น ของแบบจำลอง Dragon แบบแยกส่วน

หมายเลข แบบจำลอง	ไม่สมจริง เลข 0	สมจริง น้อยมาก 1	สมจริง ค่อนข้างน้อย 2	สมจริง ปานกลาง 3	สมจริง ค่อนข้างมาก 4	สมจริง มากที่สุด 5
Dragon					5 คน	15 คน

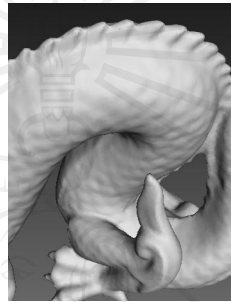
จากผลการตอบแบบสอบถาม พบว่าความคิดเป็นส่วนใหญ่มองเห็นว่าผลของการสร้างกลับจุดนั้น สมจริงค่อนข้างมากคิดเป็น 75% และ 25% คิดว่าสมจริงมากที่สุด ซึ่งผลการสร้างพื้นผิวจากจุดที่สร้างกลับได้เป็นดังรูปที่ 5.7 และผลการตอบแบบสอบถามเป็นดังตารางที่ 5.8



(ก)



(ข)



(ค)



(ง)

รูปที่ 5.7 ผลการขึ้นพื้นผิวของแบบจำลอง Dragon แบบแยกส่วน

(ก) หลังการทดลอง (ข) ภาพขยายส่วนอก (ค) ภาพขยายส่วนหลัง (ง) ภาพขยายหาง

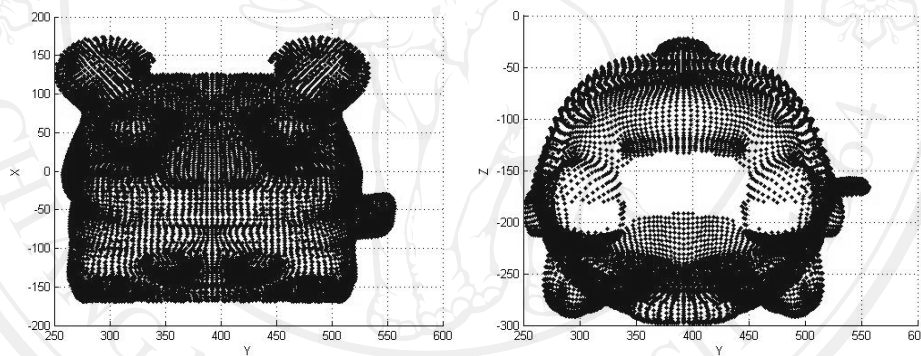
ตารางที่ 5.8 ผลการตอบแบบสอบถามความคิดเห็นการสร้างพื้นผิวของแบบจำลอง Dragon แบบแยกส่วน

หมายเลข แบบจำลอง	ไม่สมจริง เลย 0	สมจริง น้อยมาก 1	สมจริง ค่อนข้างน้อย 2	สมจริง ปานกลาง 3	สมจริง ค่อนข้างมาก 4	สมจริง มากที่สุด 5
Dragon					3 คน	17 คน

จากผลการตอบแบบสอบถามจะพบว่าหลังการสร้างพื้นผิวแล้วแบบจำลองมีความสมจริงเพิ่มมากขึ้น โดยเฉพาะเมื่อเปรียบเทียบส่วนอกระหว่างรูปที่ 5.7 (ข) กับ 4.11 (ค) จะเห็นว่ารูปที่ 4.11 (ค) ลักษณะการเดิมจุดจะลึกลงไปจากพื้นผิวเดิมและไม่มีความต่อเนื่องของพื้นผิว ส่วนรูปที่ 5.7 (ข) นั้นพื้นผิวมีความต่อเนื่องกว่าและดูสมจริงกว่ามาก บริเวณส่วนหลังและหาง ระหว่างรูปที่ 5.7 (ค) กับรูปที่ 4.11 (ง) และรูปที่ 5.7 (ง) และ 4.11 (จ) จะพบว่า รูปที่ 4.11 (ง) และ 4.11 (จ) มีพื้นผิวบางส่วนยื่นออกอย่างเห็นได้ชัดทำให้ไม่ค่อยสมจริงเปรียบเทียบกับรูปที่ 5.7 (ค) และ 5.7 (ง) แล้วมีความต่อเนื่องของพื้นผิวมากกว่าและดูสมจริงมากกว่าเช่นกัน ซึ่งความคิดเห็นในการตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่เห็นว่า ผลของการสร้างพื้นผิวนั้นสมจริงมากที่สุดคิดเป็น 85% และ 15% คิดว่าสมจริงค่อนข้างมากอีกด้วย

5.3 ผลการทดลองการประยุกต์ใช้กระบวนการสร้างกลับจุดที่หายไปกับแบบจำลอง Hamtaro

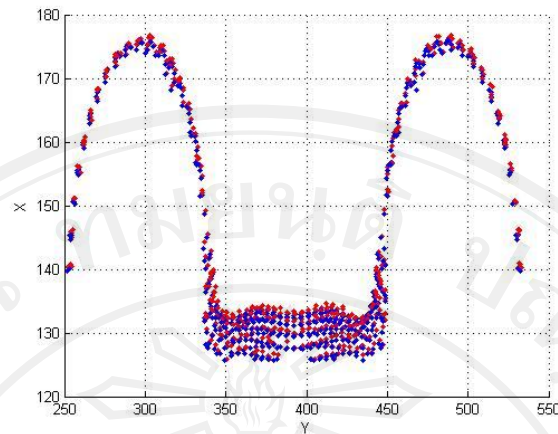
ในแบบจำลองนี้เป็นแบบจำลองที่ได้จากเครื่องสแกน 3 มิติ ส่วนที่หายไปมี 3 ส่วนคือ หูทั้ง 2 ข้าง และส่วนหัว ซึ่งไม่มีค่าอ้างอิงเพื่อวัดค่าผิดพลาดเฉลี่ยสัมบูรณ์ การวัดประสิทธิภาพจะให้ผู้เชี่ยวชาญ (Expert) 1 คนเติมจุดที่หายไปเทียบกับผลที่ได้จากการทดลอง โดยผลการทดลองที่ดีที่สุดในการทดลองนี้ จะถูกฝึกสอนตามแนวแกน x ตลอดทั้งเส้น ใช้ FSVR ที่มีโครงสร้าง $C = 1000$ ฟังก์ชันเคอร์เนลแบบ RBF และฟังก์ชันความเป็นสมาชิกแบบกำลังสอง และชุดฝึกสอนแบบ 7 จุด ก่อนหน้ากับทั้งแบบจำลอง สิ่งที่แตกต่างกันคือค่า σ โดยส่วนหัว จะใช้ $\sigma = 0.45$ ส่วนหูซ้ายจะใช้ $\sigma = 0.60$ และหูขวา $\sigma = 0.75$ โดยจุดสีน้ำเงินคือจุดที่สร้างโดยผู้เชี่ยวชาญ และจุดสีแดงคือจุดที่ได้จากการทดลอง ดังรูปที่ 5.8 และผลการหาค่าความผิดพลาดแสดงดังตารางที่ 5.9 จากนั้นขึ้นรูปผลการสร้างกลับจุดที่ได้แล้วสอบถามความเห็นจากคน 20 คน ผลการสร้างกลับจุดที่หายไปในคอมพิวเตอร์แสดงในรูปที่ 5.9 ซึ่งผลการตอบแบบสอบถามเป็นดังตารางที่ 5.10



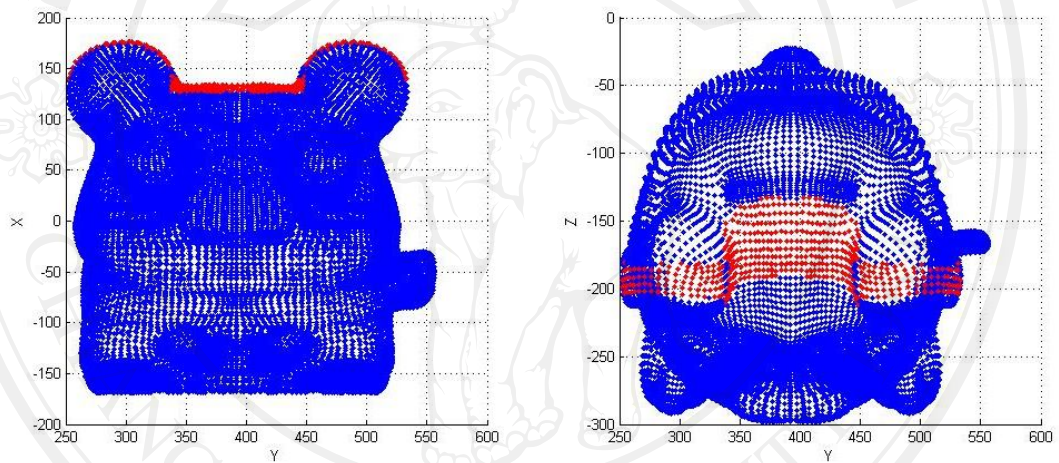
รูปที่ 5.8 แสดงส่วนที่หายไปของแบบจำลอง Hamtaro

ตารางที่ 5.9 ผลที่ดีที่สุดของแบบจำลอง Hamtaro

ส่วนของแบบจำลอง	โครงสร้างที่ดีที่สุด	ค่าผิดพลาดสัมบูรณ์เฉลี่ย หน่วย เป็น มิลลิเมตร
หัว	ชุดเวกเตอร์ของ FSVR	0.0854
	ชุดทดสอบแบบบอดของ FSVR	0.3392
หูซ้าย	ชุดเวกเตอร์ของ FSVR	0.1546
	ชุดทดสอบแบบบอดของ FSVR	0.3274
หูขวา	ชุดเวกเตอร์ของ FSVR	0.1974
	ชุดทดสอบแบบบอดของ FSVR	0.3334



(ก)



(ข)

รูปที่ 5.9 ผลการขึ้นรูปด้วยคอมพิวเตอร์ของแบบจำลอง Hamtaro

(ก) เปรียบเทียบผลการทดลองกับ Ground truth (ข) ผลการสร้างกลับจุดที่หายไป

ตารางที่ 5.10 ผลการตอบแบบสอบถามความคิดเห็น ของแบบจำลอง Hamtaro

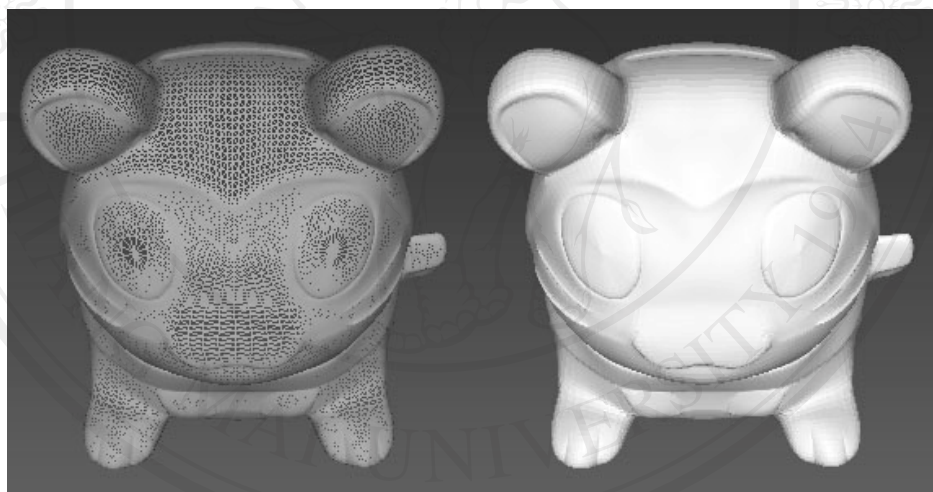
ไม่สมจริง เลย	สมจริง น้อยมาก	สมจริง ค่อนข้างน้อย	สมจริง ปานกลาง	สมจริง ค่อนข้างมาก	สมจริง มากที่สุด
0	1	2	3	4	5
			8 คน	10 คน	2 คน

จากผลการตอบแบบสอบถาม พบว่าความคิดเป็นส่วนใหญ่มองเห็นว่าผลของการสร้างกลับจุดนั้น สมจริงค่อนข้างมากคิดเป็น 50% และ 40% คิดว่าสมจริงปานกลาง และ 10% คิดว่าสมจริงที่สุด

และเมื่อสร้างพื้นผิวจากจุดที่สร้างกลับได้ดังรูปที่ 5.10 ผลการตอบแบบสอบถามเป็นดังตารางที่ 5.11



(ก)



(ข)

รูปที่ 5.10 ผลการขึ้นพื้นผิวของแบบจำลอง Hamtaro

(ก) ก่อนการทดลอง (ข) หลังการทดลอง

ตารางที่ 5.11 ผลการตอบแบบสอบถามความคิดเห็น ของแบบจำลอง Hamtaro

ไม่สมจริง เลข	สมจริง น้อยมาก	สมจริง ค่อนข้างน้อย	สมจริง ปานกลาง	สมจริง ค่อนข้างมาก	สมจริง มากที่สุด
0	1	2	3	4	5
				2 คน	18 คน

จากผลการตอบแบบสอบถามพบว่า เมื่อสร้างพื้นผิวให้แก่แบบจำลองแล้วผลการตอบแบบสอบถามโดยความคิดเห็นส่วนใหญ่เห็นว่าผลของการสร้างพื้นผิวนั้น สมจริงมากที่สุดคิดเป็น 90% และ 10% คิดว่าสมจริงค่อนข้างมากอีกด้วย ซึ่งสามารถที่จะสรุปได้ว่าวิธีการนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในกลับจุดของเครื่องสแกน 3 มิติได้จริงนั่นเอง



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved