

รายงานการวิจัย

การจำลองการทำงานของหุ่นยนต์เพื่อใช้ในทางการศึกษา

Robotic Simulation for Educational Use

นายอุดม จันทร์จรัสสุข

ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากเงินงบประมาณแผ่นดินหรือรายได้ประจำปี

งบประมาณ 2555

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ชื่อโครงการวิจัย: การจำลองการทำงานของหุ่นยนต์เพื่อใช้ในทางการศึกษา

หัวหน้าโครงการวิจัย: ดร.อุดม จันทร์จรัสสุข

สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

### บทคัดย่อ

โครงการวิจัยนี้เป็นการศึกษาทฤษฎีและหลักการของการเขียน โปรแกรมจำลองการทำงานของ แขนกลรุ่น SCORBOT-ER 4u โดยใช้ภาษา Visual C# และเทคนิคการเขียนโปรแกรมเชิงวัตถุ การ คำนวณตำแหน่งของแขนกลใช้หลักกลศาสตร์การเคลื่อนไหวของหุ่นยนต์ เพื่อนำตำแหน่งที่ได้ไปแสดง ภาพจำลองการเคลื่อนไหวสามมิติของแขนกลด้วย OpenGL ขั้นตอนการดำเนินงาน เริ่มจากการวัดขนาด ชิ้นส่วนของแขนกลแต่ละชิ้น และนำไปเขียนแบบด้วยโปรแกรม SolidWorks และแปลงแบบให้อยู่ใน รูปแบบ polygon file (.ply) เพื่อบันทึกพิกัดและระนาบของชิ้นส่วนต่างๆ ในรูปแบบเชิงวัตถุ โดยนำ พิกัดและระนาบที่บันทึกจากไฟล์ .ply มาแสดงเป็นภาพสามมิติด้วย OpenGL และคำนวณทิศทางและ ขอบเขตการเคลื่อนไหวของแขนกลตามคำสั่งของผู้ใช้ โปรแกรมจำลองการทำงานของแขนกลที่สร้าง ขึ้นสามารถรับคำสั่งจากผู้ใช้ และบันทึกตำแหน่งการเคลื่อนไหวของแขนกลเพื่อเรียกดูในภายหลังได้ สามารถบังคับการเคลื่อนไหวของแต่ละชิ้นส่วนและตรวจสอบขอบเขตการเคลื่อนไหวได้จากภาพที่ปรากฏ

**Research Topic:** Robotic Simulation for Educational Use

**Head of Research Team:** Dr. Udom Janjarassuk (Ph.D.)

Industrial Engineering Faculty of Engineering

King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

### **Abstract**

In this research, we study the theories and principles of development of simulation program for the SCORBOT-ER 4u robot by using Visual C# and object-oriented programming techniques. Robot kinematics is used to analyze the position and movement of the robot in order to display 3D graphic by using OpenGL. The processes begin by measuring the dimension of the robot in order to construct the drawings of each parts in SolidWorks, and then convert the drawings into points and planes with the .ply file format. The data are then loaded into 3D objects for 3D graphic construction by using OpenGL. The movement of the robot is calculated according to the user input. The simulation program is able to response to the user commands and the movements of the robot can be recorded for further usage. Each joint of the robot can be controlled separately.

## สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย .....	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ .....	ข
สารบัญ .....	ค
สารบัญตาราง .....	จ
สารบัญรูป .....	ฉ
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 หลักการและเหตุผลของโครงการวิจัย .....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย .....	2
1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย .....	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ .....	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
2.1 หุ่นยนต์อุตสาหกรรม (Industrial Robot) .....	3
2.2 การเขียนโปรแกรมเชิงวัตถุ (Object-oriented programming, OOP) .....	9
2.3 OpenGL .....	12
2.4 กลศาสตร์การเคลื่อนไหวของหุ่นยนต์ .....	14
2.5 รูปแบบของแฟ้มข้อมูล Ply .....	20
2.6 การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง (Literature review) .....	21
บทที่ 3 วิธีการดำเนินวิจัย	
3.1 การทำงานของแขนกลรุ่น SCORBOT-ER 4u .....	22
3.2 การสร้างแบบสามมิติและเก็บข้อมูลของแขนกล .....	24
3.3 การออกแบบโปรแกรม .....	25
บทที่ 4 ผลการวิจัย	
4.1 การสร้างแบบสามมิติ .....	30

4.2 การเก็บข้อมูลของแขนกล.....	31
4.3 โปรแกรมจำลองการทำงานของแขนกล.....	31
บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ	
5.1 สรุปผลการวิจัย.....	38
5.2 ข้อเสนอแนะ.....	38
บรรณานุกรม.....	39

## สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2.1 การทำงานของข้อต่อ.....	4
ตารางที่ 2.2 ข้อดี และข้อเสีย ของ Cartesian Robot.....	5
ตารางที่ 2.3 ข้อดี และข้อเสีย ของ Cylindrical Robot.....	6
ตารางที่ 2.4 ข้อดี และข้อเสีย ของ Spherical Robot.....	6
ตารางที่ 2.5 ข้อดี และข้อเสีย ของ SCARA Robot.....	7
ตารางที่ 2.6 ข้อดี และข้อเสีย ของ Articulated Arm.....	8
ตารางที่ 2.7 สรุปการนำข้อต่อทั้งสองแบบมาต่อเข้าด้วยกัน.....	9
ตารางที่ 3.1 ข้อมูลจำเพาะของแขนกล.....	23

## สารบัญรูป

	หน้า
รูปที่ 2.1 แสดงส่วนต่างๆ ของหุ่นยนต์เปรียบเทียบกับสรีระของมนุษย์.....	3
รูปที่ 2.2 Cartesian Robot.....	4
รูปที่ 2.3 Cylindrical Robot.....	5
รูปที่ 2.4 Spherical Robot .....	6
รูปที่ 2.5 SCARA Robot.....	7
รูปที่ 2.6 Articulated Arm .....	8
รูปที่ 2.7 ตัวแทนของเวกเตอร์ของจุด.....	15
รูปที่ 2.8 การเปลี่ยนแปลงของกรอบ.....	16
รูปที่ 2.9 การเปลี่ยนแปลงของเวกเตอร์.....	17
รูปที่ 2.10 ตัวอย่างที่ 1.....	17
รูปที่ 2.11 การเปลี่ยนแปลงของการย้ายแบบ pure.....	18
รูปที่ 2.12 การแปลงของการหมุนของแกน x.....	19
รูปที่ 3.1 แผนผังแสดงขั้นตอนการจำลองการทำงานของหุ่นยนต์.....	22
รูปที่ 3.2 แขนกลรุ่น SCORBOT – ER 4u.....	23
รูปที่ 3.3 ชิ้นส่วนหลักของแขนกล SCORBOT – ER 4u.....	24
รูปที่ 3.4 หน้าจอส่วนติดต่อกับผู้ใช้งาน.....	25
รูปที่ 3.5 แผนภูมิการทำงานของโปรแกรม.....	26
รูปที่ 3.6 คลาสของชิ้นส่วนของแขนกล.....	27
รูปที่ 3.7 คลาสของเมตริกซ์.....	28
รูปที่ 4.1 ส่วนประกอบของแขนกลที่เขียนด้วยโปรแกรม SolidWorks.....	30
รูปที่ 4.2 ส่วนประกอบ base ของแขนกล ที่เป็น โครงร่างตาข่ายรูปสามเหลี่ยม.....	31
รูปที่ 4.3 โปรแกรมจำลองแขนกล.....	31
รูปที่ 4.4 แสดงมุมมองที่เปลี่ยนไปเมื่อคลิกปุ่ม View.....	32
รูปที่ 4.5 แสดงขั้นตอนการเลือกความเร็ว.....	32
รูปที่ 4.6 แสดงภาพเมื่อคลิกปุ่ม Left และ Right ตามลำดับ ที่ Joint 1.....	33
รูปที่ 4.7 แสดงภาพเมื่อคลิกปุ่ม Up และ Down ตามลำดับ ที่ Joint 2.....	33
รูปที่ 4.8 แสดงภาพเมื่อคลิกปุ่ม Up และ Down ตามลำดับ ที่ Joint 3.....	34
รูปที่ 4.9 แสดงภาพเมื่อคลิกปุ่ม Up และ Down ตามลำดับ ที่ Joint 4.....	34
รูปที่ 4.10 แสดงภาพเมื่อคลิกปุ่ม Left และ Right ตามลำดับ ที่ Joint 5.....	35
รูปที่ 4.11 แสดงภาพเมื่อคลิกปุ่ม Open และ Close ตามลำดับ ที่ Joint 6.....	35

รูปที่ 4.12 แสดงขั้นตอนการเลือกตำแหน่งเริ่มต้น.....	36
รูปที่ 4.13 แสดงขั้นตอนการเรียกดูการเคลื่อนไหวทั้งหมดของแขนกล.....	36
รูปที่ 4.14 แสดงขั้นตอนการบันทึกและเปิดไฟล์.....	37