

การออกแบบ Parallel Robot เพื่อการประกอบอัญมณีเทียม และจำลองการทำงานด้วย Software Softmotion Design of Parallel Robot For Artificial Jewelry Assembly Task and Simulation on Softmotion

วิทวัส สินส่งสุข¹ พิชิต ฤกษ์นันท์^{1*} อาภทิพย์ ชีรวงศ์กิจ¹

¹สถาบันวิทยาการหุ่นยนต์ภาคสนาม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ท่าพระ กรุงเทพฯ 10140

โทร 0-2470-9718 โทรสาร 0-2470-9691 *อีเมลล์ pichit@fibo.kmutt.ac.th

W. Sinsongsuk¹, P. Rerkshanandana^{1*}, A. Dheeravongkit¹

¹ Institute of Field roBotics, King Mongkut's University of Technology Thonburi,
Thungkru, Bangkok, 10140, Thailand

Tel: 0-2470-9718, Fax: 0-2470-9691 *E-mail: pichit@fibo.kmutt.ac.th

บทคัดย่อ

เนื้อหาในบทความนี้จะกล่าวถึงกระบวนการในการออกแบบและการศึกษาจลนศาสตร์ (Kinematics) ของหุ่นยนต์แบบ Parallel 5 แกน สำหรับงานประกอบอัญมณีเทียมเพื่อการผลิตใช้ในประเทศไทย รวมไปถึงการสร้างแบบจำลองการทำงานของหุ่นยนต์ด้วยโปรแกรม Softmotion ซึ่งการทำงานของหุ่นยนต์จะจำกัดเฉพาะการวางประกอบตัวอัญมณีเทียมแบบกันแบนลงบนตัวเรือนที่มีความโค้งมนของผิวตัวเรือนไม่เกิน 45 องศา วางตัวอัญมณีเทียมจากด้านบนและยึดตัวอัญมณีเทียมด้วยกาวเท่านั้น โดยแบ่งการออกแบบเป็น 5 ส่วนคือ 1. การค้นหาความต้องการใช้หุ่นยนต์ในอุตสาหกรรมประกอบอัญมณีเชิงเปรียบเทียบ โดยเปรียบเทียบกับหุ่นยนต์อุตสาหกรรมประเภทอื่น 2. การคิดรูปแบบกลไกของหุ่นยนต์ที่เหมาะสมต่อการประกอบอัญมณี 3. การออกแบบโครงสร้างและศึกษาจลนศาสตร์ และหาสมการความสัมพันธ์ของแขนด้านบนและล่าง 4. การเขียนโปรแกรมเพื่อสร้างแบบจำลองการทำงานของหุ่นยนต์ทางคอมพิวเตอร์ (Simulation) 5. การทดลองและสรุปผลการทดลอง

1. บทนำ

อุตสาหกรรมประกอบอัญมณีเทียมเป็นอุตสาหกรรมที่มีความสำคัญต่อภาคการส่งออกและภาคแรงงานของไทย กล่าวคือ ในปี 2552 ไทยส่งออกเครื่องประดับเทียมมากถึง 175.66 ล้านเหรียญสหรัฐ[1] แต่เนื่องด้วยอุตสาหกรรมนี้เป็นอุตสาหกรรมที่ต้องพึ่งพิงแรงงานจำนวนมากซึ่งนับวันประเทศไทยจะขาดแคลนแรงงานมากขึ้น จึงมีความจำเป็นที่สถานประกอบการต่างๆ จะต้องปรับปรุงพัฒนากระบวนการผลิตให้มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นและพึ่งพาแรงงานน้อยลง ประกอบกับแนวโน้มพฤติกรรมผู้บริโภคทั่วโลกที่ต้องการการออกแบบของเครื่องประดับที่หลากหลายมากขึ้นในจำนวนการผลิตต่อครั้งที่

ลดลง (Mass Customized) จึงเป็นแรงกดดันให้มีการปรับกระบวนการผลิต[2,3] เพื่อให้เกิดความยืดหยุ่นต่อสายการผลิตที่เปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา

ในกระบวนการประกอบอัญมณีเทียมของผู้ประกอบการไทยนั้น[5,6] ต้องการเครื่องจักรที่มีความเร็วในการประกอบไม่สูงนัก ประกอบชิ้นงานที่น้ำหนักต่ำมาก มีความปลอดภัยสูงเนื่องจากเครื่องจักรต้องทำงานใกล้ๆ กับมนุษย์ ใช้งานง่าย Leadtime ต่ำ ยืดหยุ่นต่อการเปลี่ยนแปลงแบบในสายพานการประกอบ และ ต้นทุนระบบต่ำ ด้วยความต้องการดังกล่าว หุ่นยนต์ซึ่งได้รับการยอมรับว่าเป็นเครื่องจักรที่ใช้ในการประกอบชิ้นงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะการผลิตที่มีอัตราการการผลิตต่อแบบที่ไม่สูงนัก และมีการเปลี่ยนแปลงลักษณะงานบ่อย การใช้หุ่นยนต์ช่วยการประกอบจึงเป็นหนึ่งในวิธีที่ช่วยแก้ปัญหาข้างต้นได้เป็นอย่างดี

ด้วยลักษณะความต้องการดังกล่าว ทำให้หุ่นยนต์แบบ Parallel Kinematic Mechanism (PKM)[4] ซึ่งเหมาะสมกับงานที่ต้องการความเร็ว ความเร่ง และความแม่นยำสูง และในขณะเดียวกันก็ใช้ขนาดของต้นกำลังต่ำ มี Working Area ขนาดเล็ก ซึ่งเหมาะสมต่อความต้องการของการประกอบอัญมณีเทียม มากกว่าหุ่นยนต์แบบ Cartesian และ แบบ Articulated ที่มีจำหน่ายในท้องตลาดที่มีต้นทุนโดยรวมที่สูง และไม่ปลอดภัยเมื่อต้องทำงานใกล้ๆ มนุษย์

บทความนี้เป็นส่วนหนึ่งของงานวิจัยเรื่องการออกแบบและสร้างหุ่นยนต์ Parallel Robot 5 แกนเพื่อการประกอบอัญมณีเทียม โดยเป้าหมายของงานวิจัยคือ ศึกษาออกแบบและสร้างหุ่นยนต์ต้นแบบแบบ Parallel Robot โดยนำไปประยุกต์ใช้กับการประกอบเครื่องประดับ และ ศึกษาวิธีการพัฒนาระบบวิชชันเพื่อนำมาประมวลผลเป็นคำสั่งควบคุมการเคลื่อนที่ของ หุ่นยนต์ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการประกอบอัญมณีเทียม

2. การค้นหาความต้องการของอุตสาหกรรมประกอบอัญมณีเทียบเชิงเปรียบเทียบ

มีเป้าหมายคือ สืบค้นรูปแบบหุ่นยนต์ที่มีอยู่ในงานวิจัยและในท้องตลาด เพื่อค้นหาแนวทางการคิดค้นหุ่นยนต์ที่เหมาะสมต่ออุตสาหกรรมการประกอบอัญมณีเทียม ซึ่งโดยปกติหุ่นยนต์ที่อยู่ในงานวิจัยจะไม่ได้ออกแบบเพื่อประยุกต์เข้ากับอุตสาหกรรมใดอุตสาหกรรมหนึ่ง และหุ่นยนต์ที่อยู่ในท้องตลาดจะออกแบบเพื่ออุตสาหกรรมที่ใช้หุ่นยนต์เป็นหลัก เช่น ประกอบรถยนต์หรือ ประกอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งยังไม่เหมาะสมต่อการนำมาใช้ในอุตสาหกรรมประกอบอัญมณีเทียม วิธีแก้ปัญหาในงานวิจัยนี้คือ ทำตารางเปรียบเทียบความเหมาะสมของหุ่นยนต์แต่ละแบบที่มีอยู่ในท้องตลาดตามข้อลักษณะของการประกอบอัญมณีเทียมดังตารางที่ 1 แล้วสรุปเลือกคุณลักษณะของหุ่นยนต์ที่เหมาะสมเพื่อเป็นข้อกำหนดในการออกแบบต่อไป

ตารางที่ 1 ข้อกำหนดของอุตสาหกรรมประกอบอัญมณีเทียม

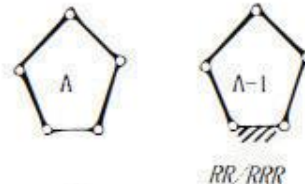
	สิ่งที่การประกอบอัญมณีเทียมต้องการ[5]	Smallest Delta Robot 6 DOF	Smallest Articulate Robot 6 DOF
1. Working Area[5]	80,000 ถึง 120,000 ตารางมิลลิเมตร	61,575.2 ตารางมิลลิเมตร	244,347 ตารางมิลลิเมตร
2. Cost of Ownership[5]			
* Leadtime	ไม่เกิน 1 เดือน	ไม่เกิน 1 เดือน	ไม่เกิน 1 เดือน
* Cost of System	ไม่เกิน 800,000 บาท	> 1,000,000 บาท	> 1,000,000 บาท
* Training	ง่ายต่อการเรียนรู้	ง่ายต่อการเรียนรู้	ง่ายต่อการเรียนรู้
3. Payload[6]	ไม่เกิน 10 g.	Max 500 g.	Max 2 Kg.
4. Repeatability[6]	+0.2 mm.	+0.02 mm.	+0.04 mm.
5. Cycle Time[6] 0 to 60 mm to 0	ไม่เกิน 0.6 Sec	0.1 Sec	0.3 Sec

จากตารางด้านบน ทำให้ทราบว่าหุ่นยนต์อุตสาหกรรมที่มีจำหน่ายอยู่ในปัจจุบันไม่เหมาะสมต่อการใช้งานในอุตสาหกรรมประกอบอัญมณีเทียมเนื่องจาก มีประสิทธิภาพสูงเกินความต้องการและมีราคาแพงเกินกว่าที่จะตอบสนองต่อกระบวนการประกอบอัญมณีที่จะต้องใช้หุ่นยนต์จำนวนมากต่อโรงงานได้ ซึ่งผู้ประกอบการไทยซึ่งส่วนใหญ่เป็นผู้ประกอบการขนาดย่อมซึ่งขาดเงินทุนและขาดความรู้ทางเทคโนโลยีหุ่นยนต์ ไม่สามารถจัดหาหุ่นยนต์มาใช้ในกระบวนการผลิตของตนได้

3. การเลือกรูปแบบ Mechanism

การประกอบอัญมณีเทียมนั้นมีความจำเป็นที่ Manipulator จะต้องเข้าชิ้นงานได้ในมุมเอียงเนื่องจากผิวที่ติดอัญมณีเทียมจะโค้งไปตามการออกแบบของนักออกแบบ จึงจำเป็นต้องออกแบบ หุ่นยนต์แบบ 5 แกน (X,Y,Z,รอบแกน x ,Pitch และ รอบแกน y ,Yaw) ซึ่งหลังจากศึกษางานวิจัยแล้วพบว่า PKM แบบ 5 หรือ 6 แกนนั้นจะมีสมการ Kinematic ที่ยาก เช่น ของ Hong-Rui[7] ,Liu[8] และต้องใช้

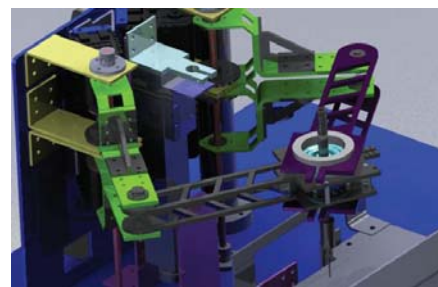
Processing Performance ของระบบควบคุมสูงทำให้ต้นทุนในการวิจัยสร้างและพัฒนาสูงตามไป ทางผู้วิจัยจึงได้ประยุกต์ PKM แบบ 2-DOF translations ที่หา Kinematic ได้ง่าย มาปรับปรุงเป็นแบบ 5-DOF PKM ดังนั้นทางผู้วิจัยจึงศึกษา ประเภทของ Five-Bar Mechanism[9] เพื่อหารูปแบบที่เหมาะสม ซึ่งแบบ RR/RRR ดังรูปที่ 1 มีความเหมาะสมเนื่องจากการสร้างหุ่นยนต์และการคำนวณทางคณิตศาสตร์นั้นมีความง่าย และ ใช้งานทรัพยากรของระบบควบคุมต่ำกว่าแบบอื่น



รูปที่ 1 ลักษณะของโครงสร้างของ Five-Bar Mechanism แบบ RR/RRR ที่มีความเหมาะสมต่อการออกแบบหุ่นยนต์

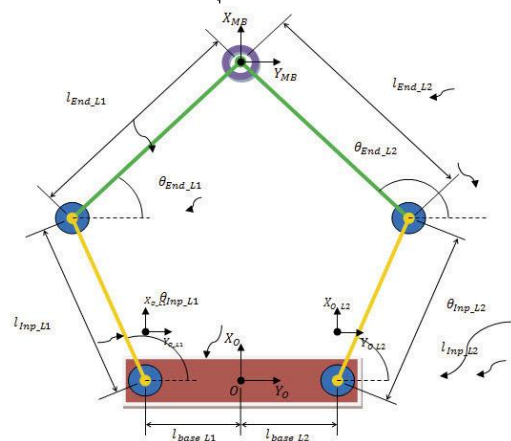
4. การออกแบบโครงสร้างและคำนวณ Kinematics

ส่วนของการออกแบบ เริ่มจากนำข้อคุณลักษณะของหุ่นยนต์ที่ได้จากกระบวนการที่กล่าวข้างต้น และ รูปแบบของ 2-DOF Five-Bar Mechanism แบบ RR/RRR มาผ่านกระบวนการเปรียบเทียบกับงานวิจัยต่างๆ เช่น ของ Bruzzone[10] จนได้แนวคิดรูปแบบของหุ่นยนต์ดังแสดงในรูปที่ 2 โดยโครงสร้างของหุ่นยนต์ย่นต์ทำด้วยอลูมิเนียมและแอสแตนเลส เพื่อให้เกิดความเบาและแข็งแรง



รูปที่ 2 แบบของหุ่นยนต์

สำหรับการวิเคราะห์สมการ Kinematics ที่เกี่ยวข้อง[11,12] ตามลักษณะของหุ่นยนต์ตามรูปที่ 3 ทำให้ได้สมการที่ 1 – 8 โดยสมการที่ 3 เป็นสมการหลัก เพื่อหาความสัมพันธ์ขององศาตันท่ามกลางตำแหน่งปลาย End Effector (EEF) ของหุ่นยนต์



รูปที่ 3 การกำหนด notation ของแต่ละส่วนของหุ่นยนต์

$$a \cos(\alpha) - b \sin(\alpha) = c \quad (1)$$

$$a \sin(\alpha) + b \cos(\alpha) = d \quad (2)$$

$$\alpha = \tan^{-1} \left[\frac{ad - bc}{ac + bd} \right] \quad (3)$$

โดยกำหนดให้

$$a = (\cos[\theta_{End_L2}] l_{End_L2} + l_{Inp_L2}) \quad (4)$$

$$b = (\sin[\theta_{End_L2}] l_{End_L2}) \quad (5)$$

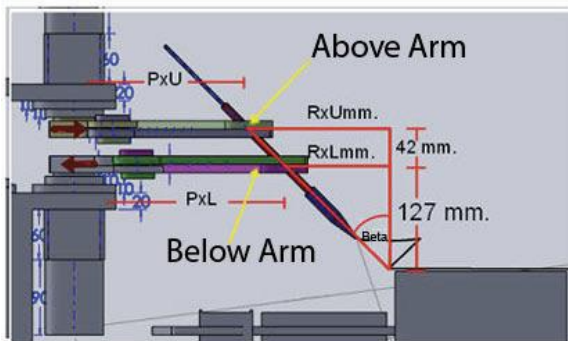
$$c = x_{mb} \quad (6)$$

$$d = -l_{base_L2} + y_{mb} \quad (7)$$

$$\alpha = \theta_{Inp_L2} \quad (8)$$

คำนวณสมการในแบบเดียวกันกับแขนด้านขวาของหุ่นยนต์ จากนั้นจะได้สมการ Inverse kinematics ของแขนคู่ล่าง ส่วนสำหรับแขนคู่บนนั้นก็ทำในลักษณะเดียวกัน

ต่อไปคือการคำนวณหาความสัมพันธ์ของแขนคู่บนและคู่ล่างเพื่อหาสร้างมุมเอียงของปลาย EEf เพื่อให้ปลาย EEf เข้าชิ้นงานตามต้องการได้ ดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 ลักษณะของความสัมพันธ์ของแขนคู่บนและแขนคู่ล่างในลักษณะสามเหลี่ยมคล้าย

โดยมีสมการแสดงความสัมพันธ์ดังสมการ

$$PxU = OffsetPx + RU * \cos(\alpha); \quad (9)$$

$$PyU = OffsetPy + RU * \sin(\alpha); \quad (10)$$

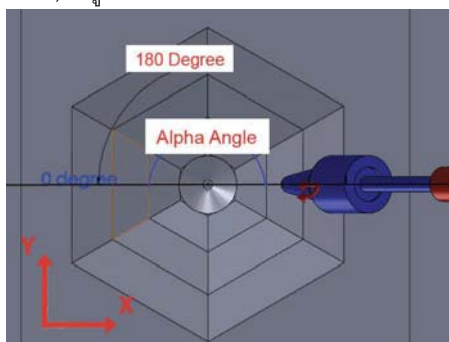
$$PxL = OffsetPx + RL * \cos(\alpha); \quad (11)$$

$$PyL = OffsetPy + RL * \sin(\alpha); \quad (12)$$

เมื่อค่า

OffsetPy, OffsetPx = ตำแหน่งปลาย EEf ที่ทราบค่าในแนว x,y

Alpha = มุมที่ EEf ทำกับตำแหน่งชิ้นงาน โดยหมุนรอบแกน z (ตั้งฉากกับโต๊ะ) ดังรูปที่ 5



รูปที่ 5 การระบุค่ามุม Alpha angle

เมื่อ

$$RU = \tan(Rad) * UH \quad (13)$$

$$RL = \tan(Rad) * LH \quad (14)$$

$$\therefore Rad = Beta * \pi / 180 \quad (15)$$

เมื่อค่า

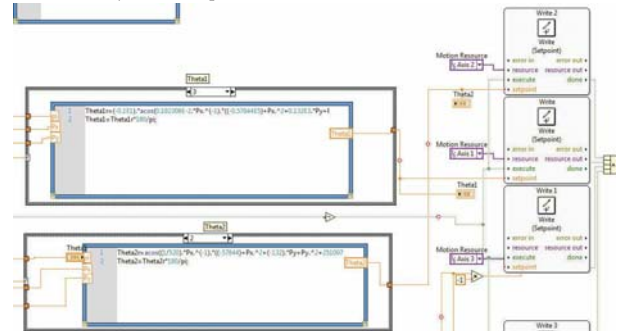
RU, RL = ระยะห่างจากจุดปลาย EEf ตามแนวนอน

Beta = องศาที่ปลาย EEf กระทำกับชิ้นงาน (รูปที่ 4)

ซึ่งค่า Beta, OffsetPx, OffsetPy, Alpha จะได้มาจากกระบวนการ Image Processing และ จากการ Predefined ที่เก็บไว้ใน Database ของแต่ละแบบชิ้นงาน

4. การเขียนโปรแกรม ทดลองแนวคิดด้วย Simulation

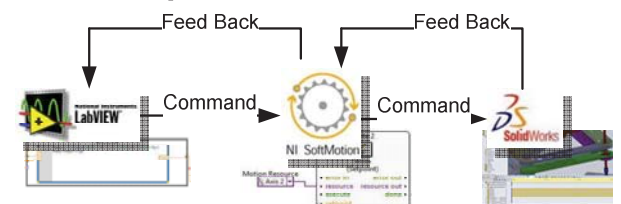
ขั้นตอนต่อไปคือการนำสมการ Kinematics ของหุ่นยนต์ ที่คำนวณได้มาเขียนโปรแกรมด้วย Labview เพื่อสร้างแบบจำลองการทำงานของหุ่นยนต์ ดังรูปที่ 6



รูปที่ 6 การเขียนโปรแกรมและแปลง Kinematic หุ่นยนต์ด้วยโปรแกรม

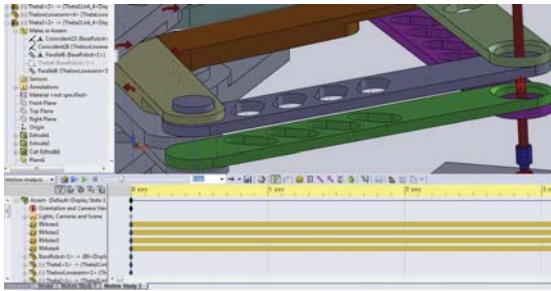
Labview

การสร้างแบบจำลองทางคอมพิวเตอร์เพื่อจำลองการทำงานของหุ่นยนต์นั้น ระบบจะต้องเชื่อมโยงการทำงานของส่วน Programming เข้ากับส่วน Robot Structure Modeling โดยผ่านโปรแกรมเชื่อมโยง ซึ่งในการทดลองนี้จะใช้โปรแกรม Softmotion ซึ่งเป็นโมดูลหนึ่งของ Labview และโปรแกรม SolidWorks ซึ่งมีการเชื่อมโยงแบบ Close Loop ดังแสดงใน รูปที่ 7



รูปที่ 7 Diagram การทำงานเชื่อมกันของ Labview -> Softmotion -> SolidWorks เพื่อสร้าง Simulation ของหุ่นยนต์จากการคำนวณ Kinematics

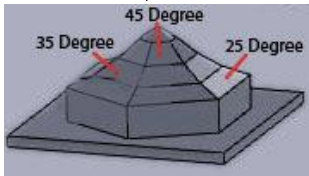
ในการวิเคราะห์แบบจำลองนี้ จะต้องใช้ SolidWorks Version 2010 ที่มีโมดูล TimeBaseEvent เพื่อที่จะใช้ความสามารถในการจำลองโครงสร้างเครื่องจักรได้[13] ดังรูปที่ 8



รูปที่ 8 โปรแกรม SolidWork ที่ใช้โมดูล TimeBaseEvent

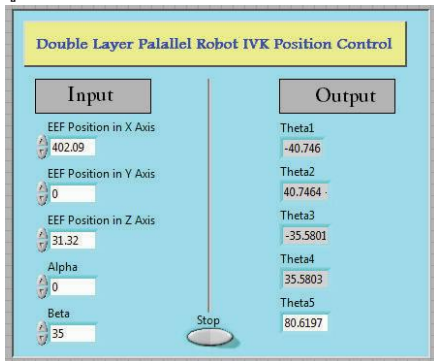
5. การทดลองและสรุปผลการทดลอง

ในการทดลองผู้วิจัยได้ทำการทดลองโดยการสร้าง โมเดลชิ้นงานจำลอง ที่เป็นตัวแทนของคุณสมบัติของหุ่นยนต์ นั้นคือ สามารถเข้างานได้ในทุกๆ มุมรอบแกน Z และในมุมอื่นไม่เกิน 45 องศา ดังรูปที่ 9



รูปที่ 9 ตัวอย่าง Model ชิ้นงานเพื่อทดลองการทำงานของ Simulation

จากนั้นเขียนโปรแกรมเพื่อจำลองการทำงานในแต่ละตำแหน่ง มุม Alpha และ Beta ซึ่งในการทดลองเราจะ ใส่ค่าต่างๆ เข้าไปยัง User Interface ดังรูปที่ 10 ด้านล่าง



รูปที่ 10 User Interface

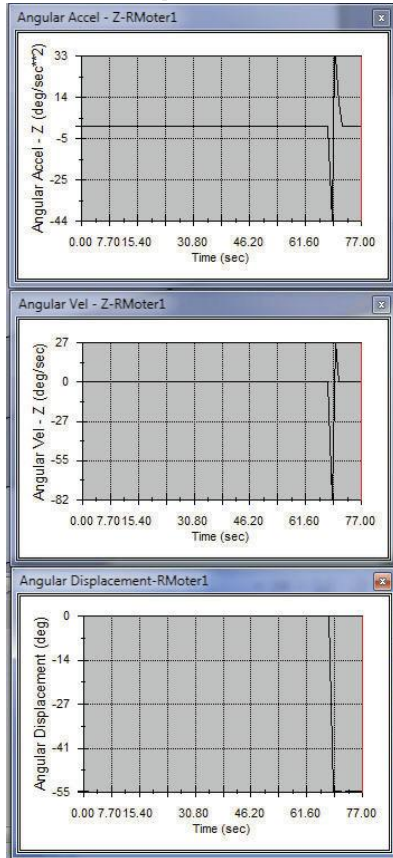
ซึ่งการใช้งาน User Interface นั้น ผู้ใช้สามารถป้อนค่า ตำแหน่ง X,Y,Z และค่ามุม Alpha ,Beta เข้าไปในส่วน Input จากนั้นกดปุ่ม Run ของโปรแกรม Labview ระบบจะคำนวณหาค่ามุมของต้นกำลังทั้ง 5 ตัว นั่นคือ Theta 1 ถึง 5 พร้อมกับส่งข้อมูลไปยังโปรแกรม SolidWorks เพื่อวิเคราะห์และจำลองการทำงานของแขนหุ่นยนต์ โดยขยับแขนหุ่นยนต์ตามมุมต้นกำลังที่ Labview คำนวณได้ ซึ่งการทดลองจะทดลอง ใส่ค่าทั้งหมด 8 ครั้งตามตำแหน่งต่างๆ รอบ ชิ้นงาน แล้วพิจารณาผลการทดลองโดยเก็บค่าตำแหน่งปลายแขนหุ่นยนต์ ที่ส่งผ่าน User Interface ในโปรแกรม Labview เปรียบเทียบกับค่าที่วัดได้ในโปรแกรม SolidWork ว่าได้ผลตามที่สั่งการหรือไม่อย่างไร จากนั้นเรานำค่าที่ได้ทั้ง 8 ครั้งมาเขียนเพื่อสรุปผลดังตาราง ด้านล่าง

ตารางที่ 2 ผลลัพธ์ของการทดลอง

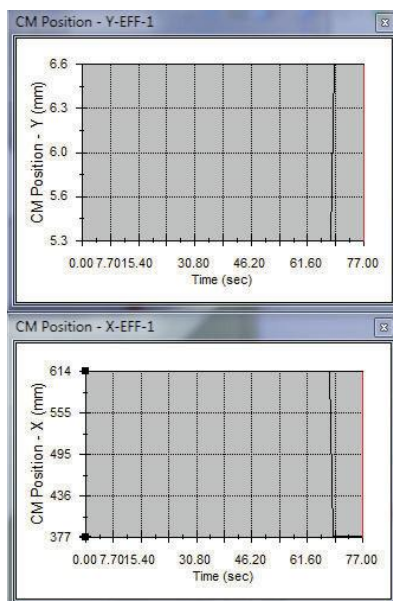
ลำดับ	รูป		ตำแหน่งที่ ต้องการ(mm)	ตำแหน่งที่ ได้จริง(mm)	Error(%)	มุมของต้นกำลัง (Deg)
1		แกน X	377	377	0	Theta1 = -55.0
		แกน Y	0	0	0	Theta2 = 55.0
		แกน Z	51	50.99	-0.01961	Theta3 = -31.4
		Alpha	0	0	0	Theta4 = 31.6
		Belta	0	0	0	Length5 = -7.0
2		แกน X	393.35	393.35	0	Theta1 = -31.0
		แกน Y	0	0	0	Theta2 = 31.0
		แกน Z	42.17	42.17	0	Theta3 = -31.0
		Alpha	0	0	0	Theta4 = 31.0
		Belta	45	45	0	Length5 = -45.5
3		แกน X	397.16	397.16	0	Theta1 = -36.0
		แกน Y	0	0	0	Theta2 = 36.0
		แกน Z	28.03	28.03	0	Theta3 = -41.2
		Alpha	0	0	0	Theta4 = 41.2
		Belta	35	35	0	Length5 = -44.7
4		แกน X	407.06	407.06	0	Theta1 = -39.7
		แกน Y	0	0	0	Theta2 = 39.7
		แกน Z	22.41	22.41	0	Theta3 = -41.2
		Alpha	0	0	0	Theta4 = 42.9
		Belta	25	25	0	Length5 = -39.5
5		แกน X	384.53	384.53	0	Theta1 = -59.9
		แกน Y	9.99	9.99	0	Theta2 = 32.1
		แกน Z	35.14	35.14	0	Theta3 = -60.0
		Alpha	240	240	0	Theta4 = 22.7
		Belta	45	45	0	Length5 = -54.0
6		แกน X	392.07	392.07	0	Theta1 = -59.8
		แกน Y	26.01	26.01	0	Theta2 = 37.5
		แกน Z	22.41	22.41	0	Theta3 = -59.8
		Alpha	240	240	0	Theta4 = 33.2
		Belta	25	25	0	Length5 = -39.4
7		แกน X	371.25	371.25	0	Theta1 = -79.0
		แกน Y	10.01	10.01	0	Theta2 = 43.1
		แกน Z	35.14	35.14	0	Theta3 = -88.9
		Alpha	300	300	0	Theta4 = 36.6
		Belta	45	45	0	Length5 = -53.9
8		แกน X	356.84	356.84	0	Theta1 = -67.7
		แกน Y	0.03	0.03	0	Theta2 = 67.7
		แกน Z	28.05	28.05	0	Theta3 = -72.0
		Alpha	0	0	0	Theta4 = 72.0
		Belta	35	35	0	Length5 = -44.8

จากตารางจะเห็นได้ว่าค่า Error นั้นน้อยมากจนถึงไม่มี เนื่องจากเป็นการ Simulation ในโปรแกรมจึงทำให้มีปัจจัยต่างๆที่จะทำให้ผลลัพธ์ออกมาคาดเคลื่อนมีน้อย และ ผู้วิจัยสามารถแก้ไขส่วนผิดพลาดต่างๆ จนได้รับผลลัพธ์ตามที่ผู้วิจัยต้องการได้

จากนั้นทางผู้วิจัยได้ตรวจสอบการเคลื่อนที่ของต้นก้ำาลังที่ 1 และตำแหน่งปลาย EEF ในขณะที่ทำ Simulation ครั้งแรก เพื่อใช้แสดงให้เห็นถึงลักษณะการเคลื่อนที่ดังรูปที่ 11

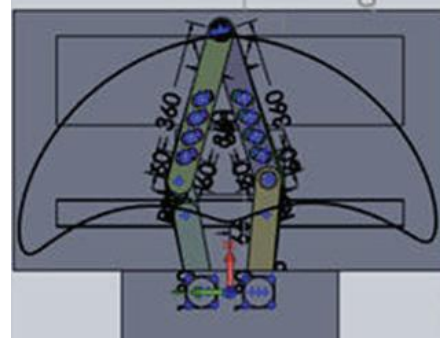


รูปที่ 11 เรียงจากกราฟด้านบนลงด้านล่าง ประกอบด้วย กราฟแสดงตำแหน่งองศา, ความเร็ว และความเร่งของต้นก้ำาลังตัวที่ 1 ขณะที่ต้นก้ำาลังก้ำาลังเคลื่อนที่จากตำแหน่ง 0 องศาไปยัง 55 องศาในทิศตามเข็มนาฬิกา



รูปที่ 12 เรียงจากกราฟด้านบนลงด้านล่าง โดยแสดงการเคลื่อนที่ของปลายแขนหุ่นยนต์ (EEF) ในทิศทาง X และ Y ตามลำดับ ในขณะที่แขนหุ่นยนต์เคลื่อนที่

ส่วนถัดไปจะเป็นผลการแสดง Working Area ของหุ่นยนต์ซึ่งเป็นผลจากการ Run Simulation ด้วย Softmotion เช่นเดียวกัน ดังรูปที่ 13



รูปที่ 13 การค้นหา Working Area ของหุ่นยนต์ ซึ่งหลังจากคำนวณพื้นที่ Working Area ที่เป็นรูป ปีกผีเสื้อ เราจะได้พื้นที่ 129,860 ตารางมิลลิเมตร แต่ในพื้นที่ใกล้เคียงขอบของ Working Area นั้น EEF จะไม่สามารถใช้งานได้ทุกมุม

6. สรุป

และจากตารางที่ 1 และผลของการคำนวณหา Working Area ในส่วนก่อนทำให้เราสามารถประมาณการคุณลักษณะของหุ่นยนต์ Double Layer Parallel Robot ที่จะสร้างต่อไปได้ดังตารางที่ 3 ดังนี้ ตารางที่ 3 คุณลักษณะของหุ่นยนต์ที่ต้องการสร้าง

Double Layer Parallel Robot 6	
DOF	
1. Working Area (เส้นผ่านศูนย์กลาง)	129,860 ตรม.
2. Cost of Ownership[5]	
* Leadtime	ไม่เกิน 1 เดือน
* Cost of System	5 ถึง 600,000 บาท
* Training	ง่ายต่อการเรียนรู้
3. PayLoad[6]	Max 300 g.
4. Repeatability[6]	+0.1
5. Cycle Time[6] 0 to 60 mm to 0	0.3 Sec

ซึ่งจากคุณลักษณะของหุ่นยนต์ที่เราต้องการสร้างนั้นทำให้เราจะต้องศึกษาเพิ่มเติมในเรื่อง การคำนวณความแข็งแรงของโครงสร้าง การศึกษาด้าน Dynamics ของหุ่นยนต์ การศึกษาและเลือก Specification ของต้นก้ำาลัง, โครงสร้าง, Sensor, Gripper ส่วนลำเลียงวัตถุดิบและ ชิ้นงาน ต่อไป

จากตารางที่ 2 จะเห็นว่าการคำนวณ Kinematics ที่คำนวณได้นั้น มีความถูกต้องแม่นยำ และด้วยผลลัพธ์ของการทำ Simulation ด้วย Softmotion ทำให้ผู้วิจัยสามารถตรวจสอบการคำนวณของตนได้อย่างรวดเร็ว ประหยัด ง่าย และ ช่วยสร้างความมั่นใจ ต่อการนำค่าต่างๆ ไปทำการผลิตหุ่นยนต์จริงต่อไป

7. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนทุนจากสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) คณะผู้วิจัยจึงใคร่ขอขอบพระคุณ มา ณ โอกาสนี้

เอกสารอ้างอิง

- [1] ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร สำนักงานปลัดกระทรวงพาณิชย์., 2010. สถานการณ์การค้าสินค้าอัญมณีและเครื่องประดับปี 2552
- [2] Liangan Zhang, JiangPing Mei, Xueman Zhao, Panfeng Wang, Youyu Wang., 2007. Reformation of the Transfusion Bags' Secondary Packaging Line Using Parallel Robot. International Conference on Mechatronics and Automation, pp. 2043 – 2048.
- [3] J .A. Barnett., 1990. A System Engineering Approach to Automated. International Conference on Mechatronics and Automation, pp. 387 – 390.
- [4] Taisuo ARAI, Kevin CLEARY, Taisuya Nakamura, Hironori Adachi, Keiko Homma., 1990. Design, Analysis and Construction of A Prototype Parallel Link manipulator. IEEE International Workshop on Intelligent Robots and Systems IROS'90, pp. 205.
- [5] ทวีศักดิ์ แก้วเขตรการ., 2010. การประดับอัญมณี
- [6] ทวีศักดิ์ แก้วเขตรการ., 2004. มาตรฐานอาชีพ สาขาอัญมณีและเครื่องประดับ
- [7] Hong-Rui Wang, Qing-Quan Wang, Malikov Alexander, Xiu-Ling Liu, Bin Dong., 2010. The Inverse kinematics analysis of the novel 6-DOF parallel mechanism. Machine Learning and Cybernetics (ICMLC) 2010, pp. 2015 – 2020.
- [8] Liu, K., Fitzgerald, J.M., Lewis, F.L., 1993. Kinematic Analysis of a Stewart Platform Manipulator. International Conference on Mechatronics and Automation, Vol. 40, No. 2, pp. 282 – 293.
- [9] Li Jia, Jianyi Kong, Hanyuan Liao., 2010. The Basic Structure of Planar Five-bar Mechanism and Its Degeneration Mechanism. Industrial and Information Systems (IIS) 2010 2nd International Conference, Vol. 2, pp. 495 - 498.
- [10] Bruzzone, L.E.; Molino, R.M.; Zoppi, M., 2002. Cost-effective approach to PKM. NCG Application Conference on Parallel kinematic machines, pp. 429-440.
- [11] วิทยา ไพเราะห์., 2009, “หุ่นยนต์สี่แกนแบบกลไกขนาน”
- [12] Shibo Sun, Cheung, J.W.F., Yunjiang Lou., 2007. A Study on Five-Bar Manipulators for Semiconductor Packaging Applications. Mechatronics and Automation ICMA 2007. International Conference, pp. 1811-1816.
- [13] Tingjun WANG, Shenshun HU, Jun XU, Dewei YAN, Jiawen BI, 2009. Simulation Design and Application of Music Playing Robot Based on SolidWorks. International Conference on Measuring Technology and Mechatronics Automation ICMTMA'09 Conference, Vol. 2, pp. 339 – 342.