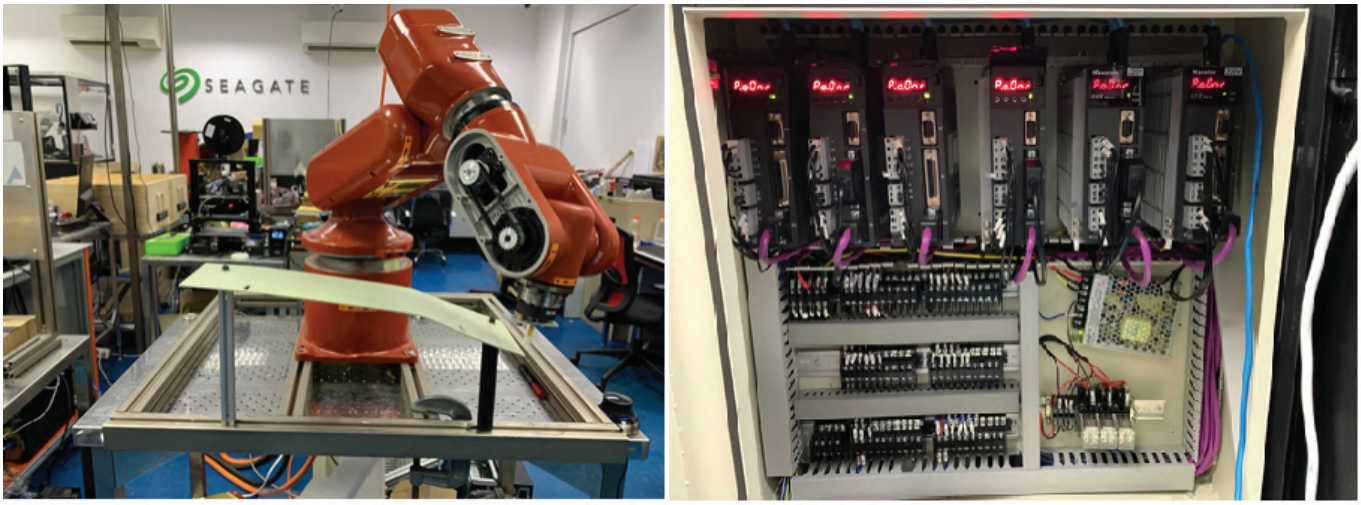
ต้นแบบหุ่นยนต์ขัดชิ้นงาน

หัวหน้าโครงการ : **ผศ.ดร.สันทัด ชูวงศ์อินทร์**
สังกัด : **วิทยาลัยนวัตกรรมการผลิตขั้นสูง (AMI)**
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ความสำคัญของงานวิจัย :

ในระบบอุตสาหกรรมการผลิตกระบวนการหนึ่งที่มีความสำคัญคือกระบวนการขัดตกแต่งชิ้นงานให้มีขนาดที่ถูกต้องตรงตามมาตรฐาน ซึ่งเป็นกระบวนการที่ใช้เวลาและต้นทุนสูงซึ่งหากใช้แรงงานคนจำเป็นต้องใช้คนที่มีฝีมือประสบการณ์และทักษะสูง อีกทั้งชิ้นงานที่ได้นั้นจะมีความสมบูรณ์มากน้อยเพียงใดก็ขึ้นอยู่กับช่างฝีมือ ซึ่งเป็นตัวแปรที่ควบคุมได้ยาก เพราะหากช่างออกแรงในการกดมากก็จะทำให้การขัดกินเนื้อชิ้นงานมาก จึงได้ใช้หุ่นยนต์มาทำเป็นระบบอัตโนมัติ เพื่อให้สามารถควบคุมแรงกด กำหนดทิศทางการขัด อีกทั้งยังช่วยลดต้นทุน และประหยัดเวลา โดยเฉพาะชิ้นงานที่มีความซับซ้อน และมีขนาดใหญ่ ยากต่อการทำอุปกรณ์จับยึดชิ้นงาน (jig fixture) รวมถึงราคาที่สูงตามขนาดของชิ้นงาน การควบคุมระบบการทำงานของหุ่นยนต์จากทุกค่ายผู้ผลิตหุ่นยนต์ซึ่งใช้ ROS โดยใช้การหาเส้นทางการเคลื่อนที่บนพื้นผิวของชิ้นงานเพื่อควบคุมทิศทางการขัด การใช้ ROS ที่เป็นแพลทฟอร์มพื้นฐานของหุ่นยนต์อุตสาหกรรมส่วนใหญ่ จะทำให้ตัวโปรแกรมมีความเข้ากันได้กับหุ่นยนต์หลายประเภท และสามารถพัฒนาได้อย่างรวดเร็ว เนื่องจาก ROS มีไดเวอร์รองรับอุปกรณ์เซนเซอร์ที่หลากหลาย ทำให้มีการใช้งานได้หลากหลาย รวมถึงงานขัดชิ้นงานด้วย ดังนั้นผลงานวิจัยนี้ จึงมีเป้าหมายพัฒนาหุ่นยนต์ขัดพื้นผิวชิ้นงาน ที่ประกอบด้วยทั้งฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ เพื่อลดปัญหาการขัดชิ้นงานข้างต้นให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น โดยการพัฒนากล่องควบคุม (Motion Controller) สำหรับควบคุมหุ่นยนต์ 6 แกนเพื่องานขัดพื้นผิวที่สามารถติดต่อกับระบบปฏิบัติการหุ่นยนต์อุตสาหกรรม (ROS Industrial) โดยได้คุณสมบัติใกล้เคียงของเดิมเท่ากับ ±0.05 mm (Repeatability) อีกทั้งได้พัฒนาโปรแกรมการขัดพื้นผิวชิ้นงาน CiRA Polishing ซึ่งเป็น GUI สำหรับ สร้าง path planning จาก point cloud และทำการควบคุมหุ่นยนต์ตามเส้นทางที่ได้วางแผนไว้ โดยรันอยู่บนแพลตฟอร์ม CiRACORE และได้ผลประเมินความสามารถหุ่นยนต์ในการขัดพื้นผิวชิ้นงานโดยมีความเรียบเฉลี่ย ±500 µm เมื่อเทียบกับ CAD ไฟล์ที่ รวมทั้งสามารถควบคุมความเร็วและความเร่งของหุ่นยนต์เพื่อความเรียบในการขัดพื้นผิวชิ้นงานได้เป็นอย่างดี ดังรูปที่ 1 แสดงหุ่นยนต์และกล่องควบคุมที่ถูกพัฒนาขึ้นในโครงการวิจัยนี้



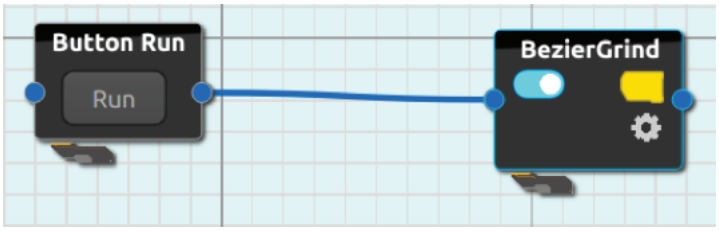
รูปที่ 1 Refurbished Robot และ Refurbished Motion Controller โดยใช้โปรแกรม CiRA Polishing เพื่องานขัดพื้นผิว

ต้นแบบหุ่นยนต์ขัดชิ้นงาน

หัวหน้าโครงการ : **ผศ.ดร.สันทัด ชูวงค์อินทร์**
สังกัด : **วิทยาลัยนวัตกรรมการผลิตขั้นสูง (AMI)**
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

จุดเด่นของงานวิจัย/เทคโนโลยี :

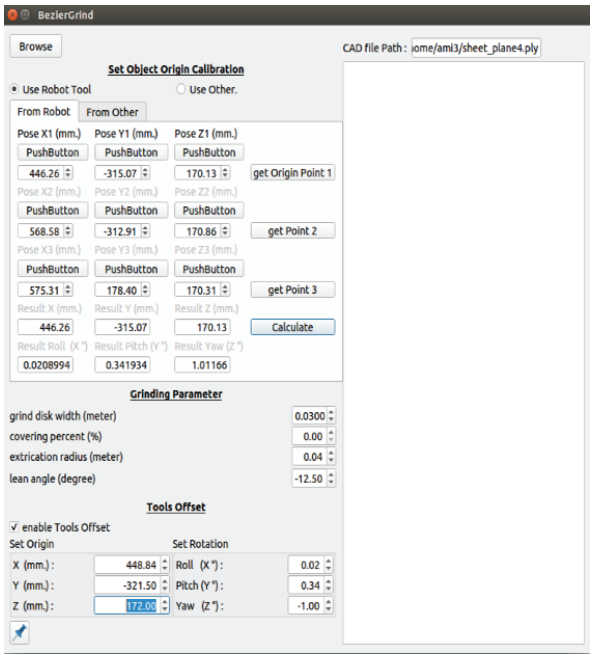
ในส่วนการใช้งานแพลตฟอร์ม CiRACORE เพื่อขัดพื้นผิวชิ้นงาน นั้นเป็นแบบ Node flow programming ซึ่งอยู่บนพื้นฐานของระบบปฏิบัติการหุ่นยนต์ (Robot Operating System : ROS) หลักการของ Node flow programming คือแต่ละโหนด (Node) หรือกล่องคำสั่งจะเป็นส่วนที่ทำการสร้างการเปลี่ยนแปลงให้กับข้อมูลที่ส่งเข้ามา ซึ่งในที่นี้เราเรียกว่าการไหลของข้อมูล (Data flow) ซึ่งอยู่ในรูปแบบของ JSON format ในแต่ละกล่องคำสั่ง หรือ Node จะเป็น C++ object ที่จะจัดการกับการไหลของข้อมูล และส่งออกไปเป็นเอาท์พุทต่อๆ ไป CiRACORE จะมี Nodes ที่จัดเป็นหมวดหมู่สำหรับงานต่างๆ โดยเริ่มจาก flow control and manipulation, CiRA AI และ I/O & communication ในกระบวนการขัดนั้น ใช้กล่องคำสั่ง Button Run เพื่อเริ่มการทำงาน และกระบวนการขัดจะใช้อีกกล่องคำสั่ง BezierGrind เพื่อสั่งงานและปรับค่าพารามิเตอร์ต่างๆ สำหรับงานขัด ดังแสดงในรูปที่ 2



รูปที่ 2 แสดงการใช้งานกล่องคำสั่งงานให้หุ่นยนต์ขัดชิ้นงาน

ในการปรับค่าพารามิเตอร์สำหรับการขัดพื้นผิวนั้นมีขั้นตอนดังนี้

1. ผู้ใช้งานสามารถ Browse หาไฟล์ที่ต้องการนำมาสร้างเส้นทางการเคลื่อนที่ให้หุ่นยนต์เคลื่อนไปขัดพื้นผิวชิ้นงาน ที่ตำแหน่งมุมขวาบน CAD file Path ดังแสดงในรูปที่ 3



รูปที่ 3 แสดงหน้าต่างการปรับค่าพารามิเตอร์ในกล่องคำสั่งหุ่นยนต์ขัดชิ้นงาน

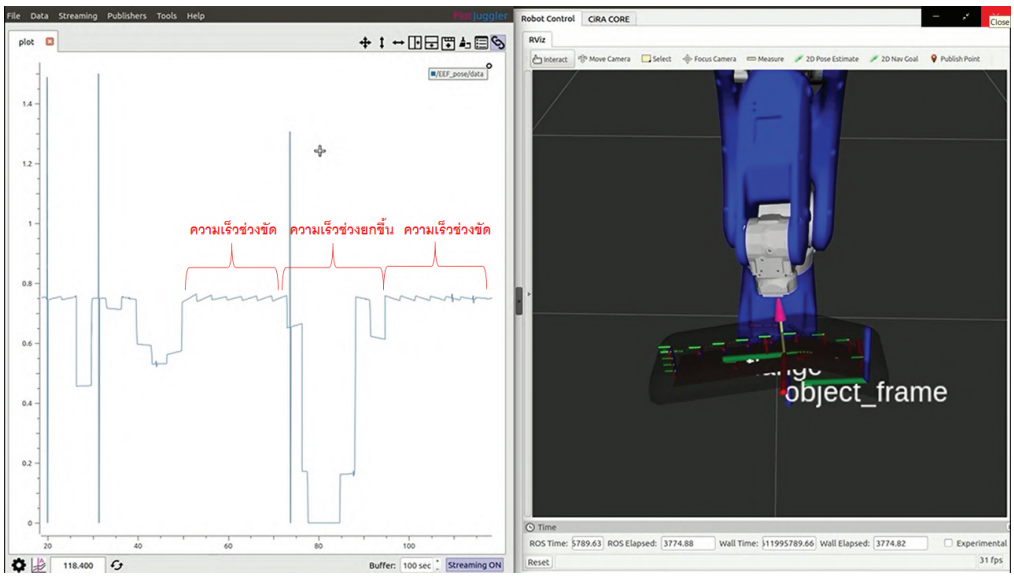
ต้นแบบหุ่นยนต์ขัดชิ้นงาน

หัวหน้าโครงการ : **ผศ.ดร.สันทัด ชูวงค์อินทร์**
สังกัด : **วิทยาลัยนวัตกรรมการผลิตขั้นสูง (AMI)**
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

2. การตั้งค่าตำแหน่งของชิ้นงานสามารถทำได้โดยใช้ปลายแขนเป็นตัวระบุการตั้งค่า ซึ่งสามารถทำได้โดยนำปลายแขนหุ่นยนต์ไปสัมผัสที่จุดของชิ้นงานเพื่อใช้ในการคำนวณหาตำแหน่งเริ่มต้นของชิ้นงาน

3. พารามิเตอร์การขัด ประกอบด้วย 3.1) grind disk width: ปรับขนาดหัวขัดชิ้นงาน 3.2) covering percent: เปอร์เซ็นต์ที่แสดงความถี่ของการขัด เพิ่มจำนวนจุดการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ให้มีจำนวนมากขึ้น 3.3) extrication radius: รัศมีที่หัวขัดยกขึ้นเหนือชิ้นงาน เพื่อไปขัดในแนวขัดถัดไป และ 3.4) lean angle: ปรับมุมเอียงระหว่างหัวขัดกับชิ้นงาน มีหน่วยเป็นองศา

4. Tools Offset เป็นการปรับตำแหน่งระหว่างชิ้นงานกับหุ่นยนต์ เป็นการชดเชยระยะห่างและมุมในการขัดพื้นผิวชิ้นงาน ความเร็วและความเร่งที่สม่ำเสมอในการขัดชิ้นงานมีความสำคัญ ดังแสดงในรูปที่ 4 ส่งผลให้พื้นผิวชิ้นงานที่ถูกขัดราบเรียบสม่ำเสมอ ดังรูปที่แสดงช่วงเวลาของการขัดและช่วงยก ซึ่งจากกราฟจะเห็นว่าช่วงการขัดความเร็วค่อนข้างสม่ำเสมอ ในขณะที่ความเร็วในช่วงไม่ได้ขัดหรือช่วงยกจะมีการเปลี่ยนแปลงความเร็วซึ่งเป็นช่วงที่ไม่มีผลต่อพื้นผิวชิ้นงาน



รูปที่ 4 แสดงความเร็วในช่วงการขัดพื้นผิวชิ้นงานและในช่วงที่ขัดสุดทางแล้วหุ่นยนต์ยกขึ้น

ข้อมูลสำหรับติดต่อ :

ผู้จัดทำ : **นางสาวสุจิรา ศักดิ์พรหม**
สังกัด งานบริหารโครงการความร่วมมือภาครัฐและเอกชน
สายงานบริหารการวิจัยและพัฒนา (RDI Management)
เบอร์โทร 021176487

ผู้ประสานงาน : **นายทศวุฒิ วิวัฒนาพรชัย**
สังกัด งานบริหารแผนงานและงบประมาณ
สายงานบริหารการวิจัยและพัฒนา (RDI Management)
เบอร์โทร 021176437