

ชุดควบคุมเครื่องซีเอ็นซีต้นทุนต่ำสำหรับสถานศึกษา

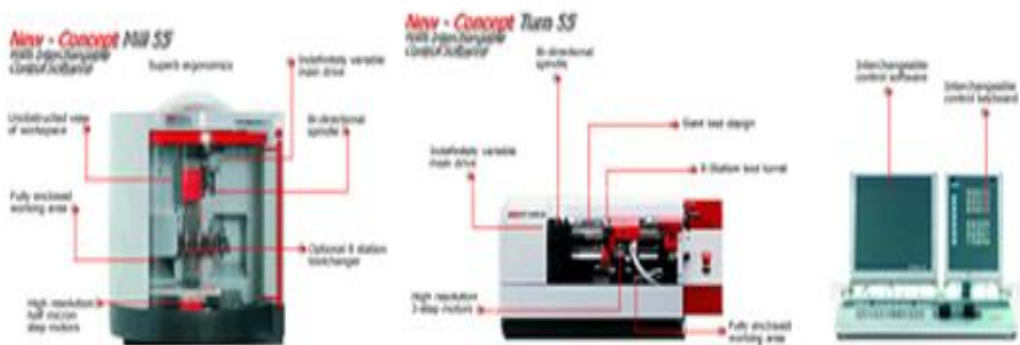
ดร.วโรดม ตู้จินดา

สถาบัน RDiPT ม.เกษตรศาสตร์

1. บทนำ

ในปัจจุบันที่ภาคอุตสาหกรรมการผลิตในประเทศไทยกำลังเจริญเติบโต ความต้องการช่างเทคนิคและผู้ปฏิบัติการที่มีความรู้และประสบการณ์เกี่ยวกับการสั่งงาน รวมถึงหลักการทำงานพื้นฐานของเครื่องซีเอ็นซี จึงมีเพิ่มมากขึ้นเกินกว่าที่สถาบันการศึกษาจะรองรับได้ สาเหตุสำคัญประการหนึ่งคือ จำนวนสถานศึกษาหรือวิทยาลัยเทคนิคที่พร้อมทำการสอน หรือให้การฝึกอบรมด้านซีเอ็นซี ยังมีน้อยอยู่ เนื่องจากขาดปัจจัยสนับสนุน ไม่ได้ได้รับความสนใจและงบประมาณอย่างพอเพียงจากภาครัฐ ในสถานศึกษาที่พอจะมีเครื่องซีเอ็นซีที่สามารถใช้ประกอบการสอน เช่น สถาบันคั้นคว่าและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตทางอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ก็ยังคงต้องใช้เครื่องซีเอ็นซีที่มีราคาสูงจากต่างประเทศ และมีจำนวนน้อยเมื่อเทียบกับจำนวนนิสิต นอกจากนี้เครื่องยังต้องถูกใช้งานด้านการผลิตชิ้นส่วน ดังนั้นการสอนจึงเป็นไปในลักษณะการสาธิตการทำงานเป็นหลัก ผู้เรียนไม่มีโอกาสที่จะได้หัดเขียนโปรแกรมและทดลองรันบนเครื่องจริง เพื่อดูผลการเคลื่อนที่ของหัวกัด การสอนในลักษณะดังกล่าวจะมีค่าใช้จ่ายและความเสี่ยงสูงมาก หากใช้เครื่องซีเอ็นซีที่ใช้ในงานอุตสาหกรรมจริง โดยพิจารณาจากราคาของเครื่อง พลังงานที่ต้องใช้ รายได้ที่ต้องเสียจากการหยุดงานผลิตเพื่อใช้สอน นอกจากนี้โปรแกรมที่ได้จากผู้เริ่มต้นใหม่ มีความเป็นไปได้สูงที่จะมีความผิดพลาดที่อาจสร้างความเสียหายให้กับเครื่องจักร

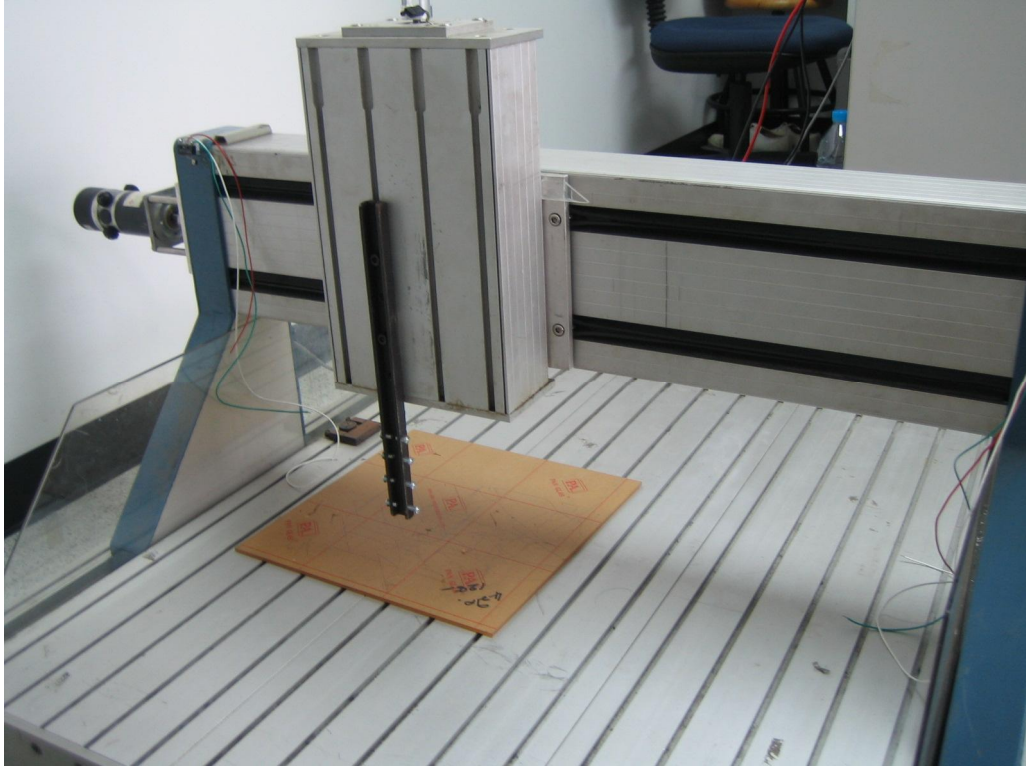
ด้วยเหตุผลเหล่านี้เอง การศึกษาด้านซีเอ็นซีที่มีประสิทธิภาพจำเป็นจะต้องมีเครื่องจักรขนาดเล็กที่มีราคาต่ำกว่า และกินพลังงานน้อยกว่า ทำให้สามารถสร้างห้องเรียนที่ประกอบด้วยจำนวนของเครื่องจักรที่เพียงพอสำหรับจำนวนผู้เรียนแต่ละชั้น ในต่างประเทศได้มีผู้ผลิตเครื่องซีเอ็นซีสำหรับวัตถุประสงค์ดังกล่าว ตัวอย่างดังเช่นในรูปที่ 1 จากบริษัท EMCO แต่ก็ยังมีราคาสูงสำหรับสถานศึกษาที่ได้รับงบประมาณน้อย ในการที่จะจัดซื้อมาใช้ประกอบการสอน ความจริงแล้วเครื่องจักรลักษณะดังกล่าวในปัจจุบัน สามารถผลิตได้โดยใช้ต้นทุนไม่สูงมาก โดยราคาส่วนใหญ่จะขึ้นอยู่กับชิ้นส่วนทางกลเสียบมากกว่า เนื่องจากราคาของคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ได้ลดลงอย่างมาก และยังสามารถเลือกใช้ซอฟต์แวร์ประเภทโอเพนซอร์ส (open-source) เช่นระบบปฏิบัติการลินุกซ์ เพื่อลดต้นทุนลงอีก



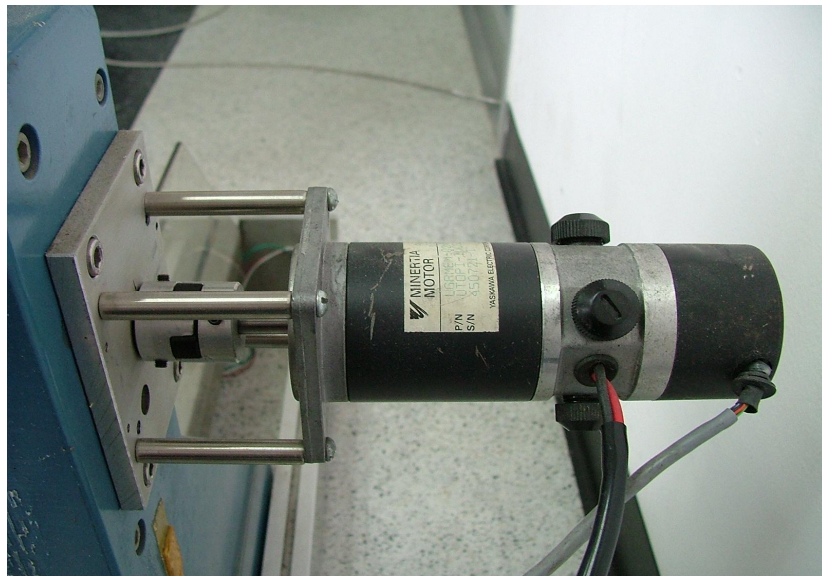
รูปที่ 1 เครื่องซีเอ็นซีสำหรับการศึกษาของบริษัท EMCO www.emco.co.uk

ในบทความนี้จะได้นำเสนอแนวทางในการสร้างชุดควบคุมสำหรับเครื่องซีเอ็นซีที่ใช้ประกอบการศึกษา โดยเน้นด้านต้นทุนต่ำ ความละเอียดในการทำงานอาจไม่เทียบเท่าชุดควบคุมในเครื่องจักรราคาสูง แต่มีความสามารถเพียงพอในการให้ผู้เรียนหัดเขียน โปรแกรมผลิตชิ้นส่วน และทดสอบการทำงานของโปรแกรมได้ สำหรับส่วนทางกลสามารถใช้แทน XYZ ดังเช่นในรูปที่ 2 ที่แต่ละแกนขับเคลื่อนโดยมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบมีแปรงถ่านดังในรูปที่ 3 ส่วนรูปที่ 4 แสดงวงจรอิเล็กทรอนิกส์แบบ PWM (Pulse Width Modulation) ที่ใช้ขับเคลื่อน แทน XYZ ในรูปใช้สำหรับทดสอบการเคลื่อนที่พื้นฐาน ถ้าหากต้องการแสดงการกักชิ้นงานจริงที่เป็นวัสดุอ่อน สามารถเพิ่มมอเตอร์ในส่วนสปินเดิลเข้าไป

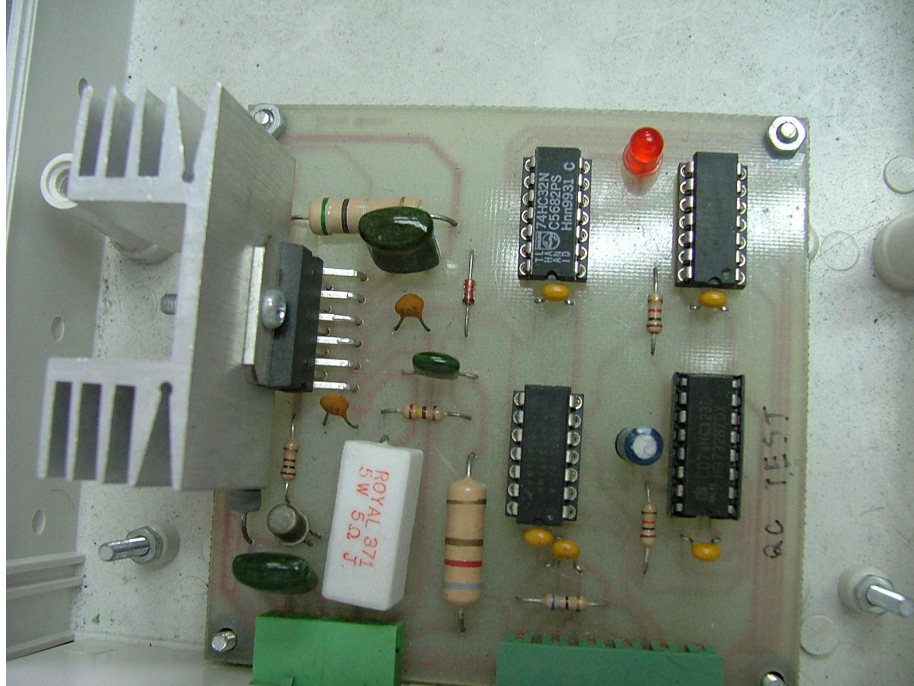
ในโครงการ “ชุดควบคุมการเคลื่อนที่หลายแกนขั้นสูงบนคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล” ที่ได้รับทุนสนับสนุนจากศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ (NECTEC) และอยู่ระหว่างดำเนินการ คณะวิจัยได้เลือกใช้ตัวประมวลสัญญาณดิจิทัล หรือ DSP (Digital Signal Processor) เป็นตัวช่วยคำนวณอัลกอริทึมการควบคุมป้อนกลับของทั้งสามแกน เป้าหมายของโครงการดังกล่าวคือชุดควบคุมที่สามารถใช้ในเครื่องซีเอ็นซีมาตรฐาน ดังนั้นจึงได้เลือกชิพ DSP ของ บ. เท็กซัส อินสตรูเมนต์ ที่มีสมรรถนะสูง มีบิตข้อมูลขนาด 32 บิต และทำงานที่ความถี่ 225 MHz แต่ราคาต้นทุนก็จะสูงตาม และยังคงต้องออกแบบส่วนสร้างสัญญาณ PWM และรับสัญญาณจากเอนโคเดอร์เพิ่มเติม จึงไม่เหมาะสมสำหรับการใช้เป็นชุดควบคุมสำหรับการศึกษาในแง่ของราคาและความซับซ้อน ทางเลือกที่ดีกว่าคือการใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ หรือการใช้เครื่องพีซีในการควบคุมโดยตรงโดยอาศัยระบบปฏิบัติการแบบเวลาจริง หรือ RTOS (Real-time Operating System)



รูปที่ 2 แสดงแท่น XYZ อย่างง่าย ที่ใช้ทดสอบการเคลื่อนที่



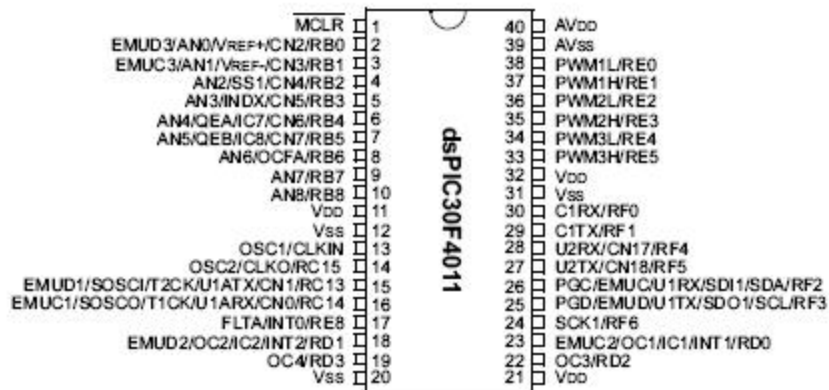
รูปที่ 3 การขับเคลื่อนแกนโดยมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบมีแปรงถ่าน



รูปที่ 4 วงจรขับมอเตอร์แบบ PWM

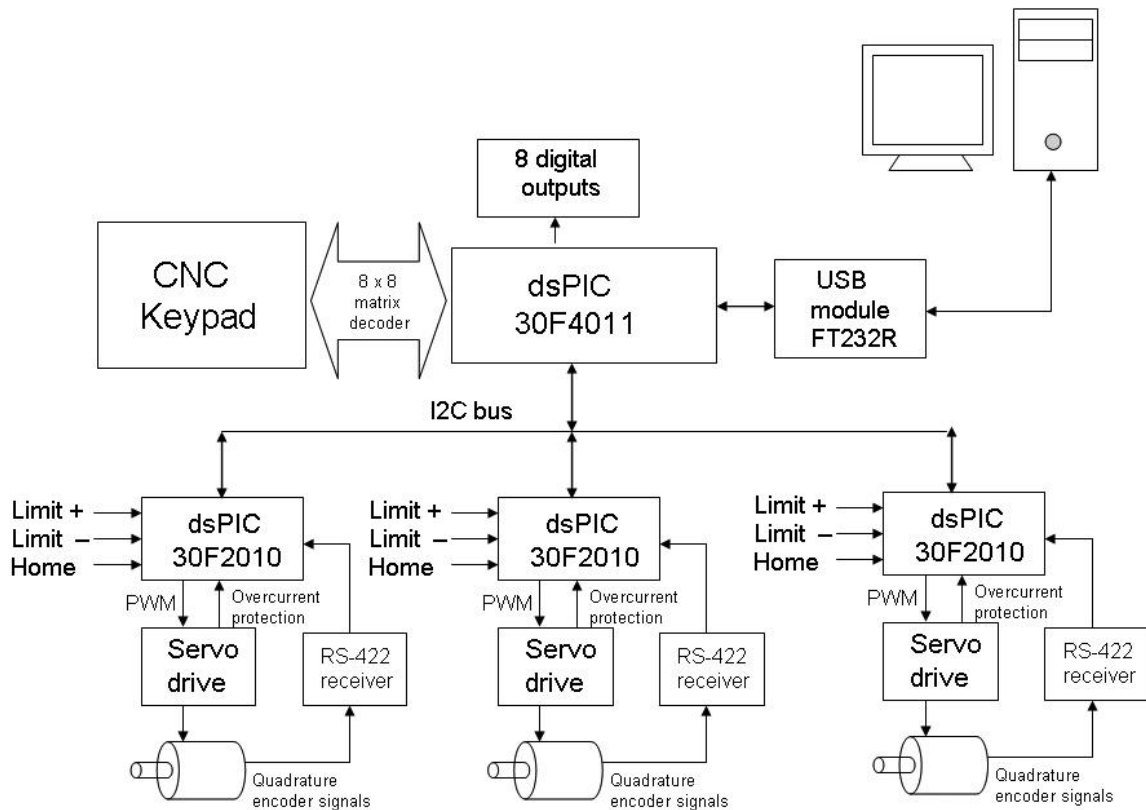
2. ตัวควบคุมสัญญาณดิจิทัล

ข้อเสียของการใช้ซอฟต์แวร์ RTOS คือ ถ้าหากต้องการให้ต้นทุนต่ำจะต้องทำการพัฒนาบนระบบปฏิบัติการที่เป็นโอเพนซอร์ส เช่นลินุกซ์ ซึ่งค่อนข้างมีความหลากหลาย และทั้งผู้พัฒนาและผู้ใช้งานจะต้องมีความคุ้นเคยกับลินุกซ์พอสมควร ดังนั้นในบทความนี้เราจะนำเสนอแนวทางการใช้ตัวประมวลผล ที่มีราคาต่ำกว่า DSP เรียกว่า ตัวควบคุมสัญญาณดิจิทัล หรือ DSC (Digital Signal Controller) ตัวอย่างหนึ่งที่กำลังได้รับความสนใจ คือ ตระกูล dsPIC จาก บ. ไมโครชิพ รูปที่ 5 แสดง



รูปที่ 5 ตัวควบคุมสัญญาณดิจิทัล dsPIC30F4011 (www.microchip.com)

ลักษณะของ dsPIC30F4011 ที่เป็นไอซี 40 ขา หรือในกรณีที่เราไม่ต้องการจำนวนอินพุตและเอาต์พุตมากนัก อาจเลือกใช้ dsPIC30F2010 มีจำนวนขา 28 ขาก็ได้ ข้อได้เปรียบอีกประการของ dsPIC สองตระกูลนี้คือ จะมีวงจรภายในที่สามารถรับสัญญาณจากเอนโคเดอร์และแปลงเป็นค่านับได้โดยตรง ดังนั้นจึงไม่จำเป็นต้องสร้างวงจรส่วนรับเอนโคเดอร์ต่างหาก รูปที่ 6 แสดงตัวอย่างชุดควบคุมเครื่องซีเอ็นซีที่ประกอบด้วย dsPIC ทำงานร่วมกัน โดยส่วนฮาร์ดแวร์นี้สามารถสร้างได้ในราคาไม่เกิน 2,000 บาท สังเกตว่าในโครงสร้างนี้ ส่วนควบคุมการเคลื่อนที่สำหรับแต่ละแกนจะถูกกระจายไปให้ dsPIC ทำงานเป็นอิสระจากกัน ดังนั้นจำเป็นต้องมีวิธีการที่จะทำให้ทั้งสามแกนทำงานไปพร้อมกันได้ อย่างถูกต้อง



รูปที่ 6 โครงสร้างชุดควบคุมซีเอ็นซีต้นทุนต่ำสำหรับสถานศึกษา

3. ส่วนติดต่อผู้ใช้งาน

ในการที่ผู้ใช้จะสั่งงานกับเครื่องซีเอ็นซีนั้นจะกระทำผ่านสองส่วนหลัก คือ แผงควบคุม หรือการใช้เมาส์และคีย์บอร์ดของพีซี ในเครื่องซีเอ็นซีทางอุตสาหกรรมมักจะใช้แผงควบคุมดังเช่นในรูปที่ 7 ที่เป็นเมมเบรน สวิตช์ ข้อดีคือสามารถทนต่อฝุ่นละอองและความชื้นได้ดี การต่อประสานกับแผง

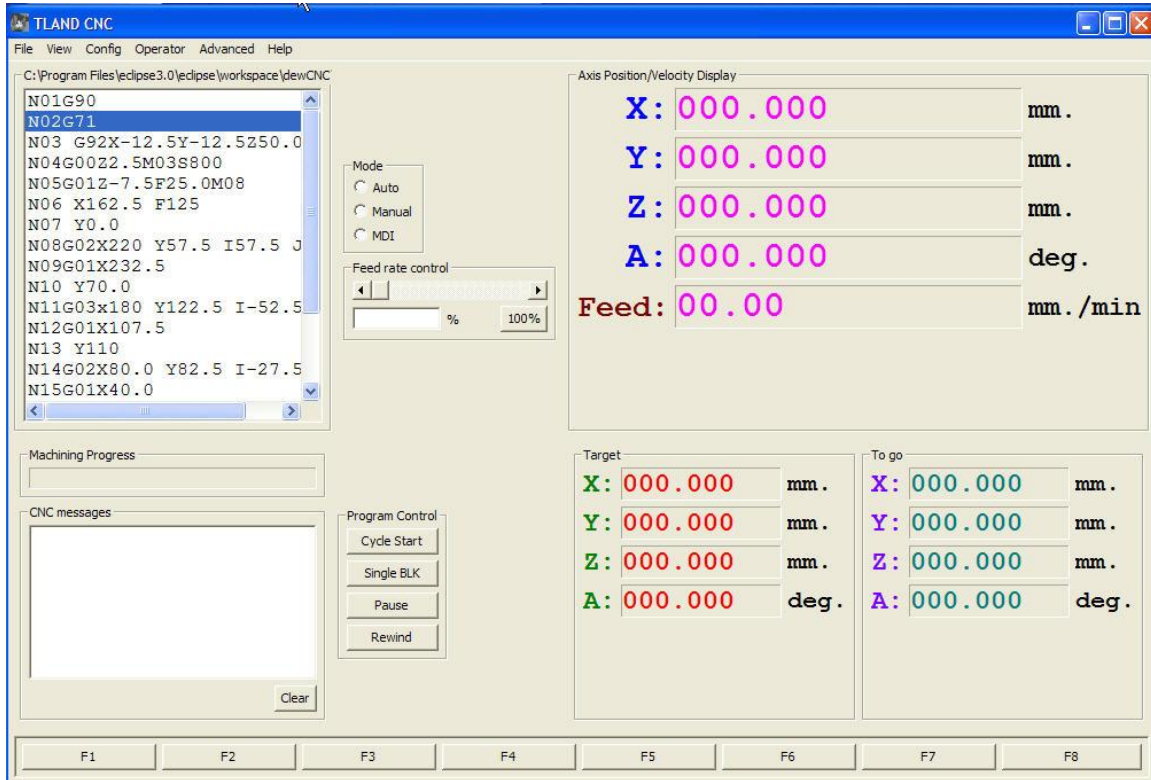
ควบคุมลักษณะเช่นนี้ จะต้องมีส่วนวงจรทำการดีโคด สวิตช์ที่ต่อกันในลักษณะเป็นเมทริกซ์ และให้ค่าออกมาเป็นรหัสที่ต้องการ แผงควบคุมในรูปที่ 7 จะต้องใช้เมทริกซ์ขนาด 8 x 8 ดังนั้นจะต้องอาศัยขาอินพุตของ dsPIC ทั้งหมด 16 ขา หมายความว่า dsPIC30F4011 ในรูปที่ 6 จะต้องถูกโปรแกรมให้ใช้ขาอินพุตและเอาต์พุตร่วมกัน



รูปที่ 7 ตัวอย่างแผงควบคุมเครื่องซีเอ็นซี (บริษัท Thai Dynamics Master)

สำหรับการแสดงผลบนจอภาพและการสั่งงาน โดยใช้เมาส์และคีย์บอร์ด จะกระทำโดยซอฟต์แวร์เป็นหลัก การเขียนโปรแกรมสามารถใช้ภาษาที่ผู้พัฒนาถนัด ภาษายอดนิยมสำหรับงานดังกล่าวคือ **Visual Basic** แต่มีข้อด้อยคือมักต้องอาศัยผลิตภัณฑ์ที่มีลิขสิทธิ์ เช่น **Microsoft Visual Studio** และรันได้บนระบบปฏิบัติการวินโดวส์เพียงอย่างเดียว ภาษาที่มีความเหมาะสมมากสำหรับซอฟต์แวร์ที่ต้องการรันบนหลายระบบและมีสมรรถนะสูง คือ **C++** แต่การเขียนโปรแกรมค่อนข้างยาก ตัวเลือกที่มาแรงในช่วงหนึ่งคือ ภาษาจาวา (**Java**) แต่ว่าการโปรแกรมไม่ได้ง่ายกว่า **C++** สักเท่าใด (นักพัฒนาบางคนถึงกับกล่าวประชดว่าจาวา นั่นก็คือ **C++--**) ข้อดีของจาวาเมื่อเทียบกับ **C++** คือโปรแกรมจะทำงานโดยผ่านซอฟต์แวร์ชั้นล่างที่เรียกว่า **JVM (Java Virtual Machine)** เป็นผลให้ความเร็วในการแสดงผลไม่ดีเท่า **C++** ที่คอมไพล์เป็นภาษาเครื่องโดยตรง สำหรับผู้ที่ต้องการใช้จาวาในการพัฒนาส่วนแสดงผลของชุดควบคุมซีเอ็นซี แนะนำให้ใช้เครื่องมือช่วยด้าน **GUI** ที่เรียกว่า **SWT (Standard Widget**

Toolkit) ซึ่งจะทำให้แสดงผลเร็วกว่าการใช้เครื่องมือ Swing ที่มากับภาษาจาวาเอง รูปที่ 8 แสดงตัวอย่างการแสดงผลที่เขียนโดยใช้ภาษาจาวาร่วมกับ SWT

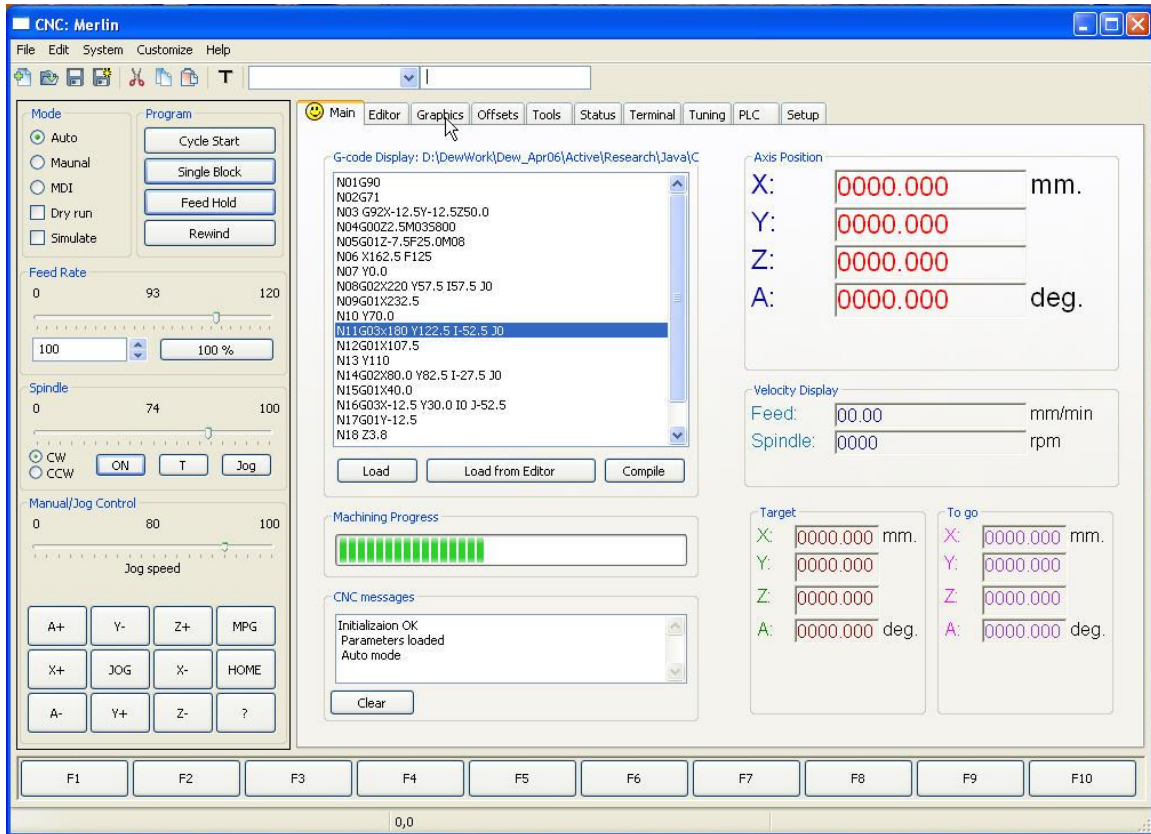


รูปที่ 8 ส่วนสั่งงานและแสดงผลบนจอภาพที่พัฒนาโดยภาษา Java/SWT

สังเกตว่าภาษาคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการพัฒนา GUI มักจะเป็นประเภท OOP (Object-Oriented Programming) เพราะความเหมาะสมในการนิยามแต่ละองค์ประกอบเป็นวัตถุที่ทำงานร่วมกัน เรียกโดยรวมว่าเป็น widgets ตัวอย่างเช่น ปุ่มกด (button) คือวัตถุหนึ่งที่จะตอบสนองเมื่อมีเหตุการณ์ (event) ที่เกี่ยวข้องกับตัวมัน เช่นเมื่อผู้ใช้เลื่อนเมาส์ไปคลิกบนปุ่มนั้น สามารถเขียนโปรแกรมเชื่อมโยงว่าเมื่อมีการคลิกเกิดขึ้น ส่วนของโปรแกรมที่กำหนดไว้ เรียกว่า วิธี (method) ก็จะถูกเรียกใช้งาน

ภาษา OOP ใหม่ที่กำลังได้รับความนิยมอย่างมากสำหรับการพัฒนาผลิตภัณฑ์ต้นแบบ ได้แก่ ไพธอน (Python) ที่องค์กรและบริษัทขนาดใหญ่เช่น NASA หรือ Honeywell เลือกใช้ สามารถช่วยลดระยะเวลาในการพัฒนาลงได้มากเพราะโครงสร้างภาษาที่ง่ายกว่าจาวาและ C++ การพัฒนา GUI โดยภาษาไพธอนจะอาศัยเครื่องมือช่วยที่มีชื่อว่า wxPython ที่มีรากฐานมาจาก wxWidgets อันเป็นเครื่องมือสำหรับ C++ รูปที่ 9 เป็นการแสดงผลสำหรับชุดควบคุมซีเอ็นซีที่พัฒนาโดยใช้ wxPython ข้อดีอีก

ประการที่สำคัญของไพธอน คือเป็นซอฟต์แวร์โอเพนซอร์ส ที่สามารถรันได้ทั้งบนวินโดวส์และลินุกซ์ เครื่องมือพัฒนาสามารถดาวน์โหลดได้จากอินเทอร์เน็ตโดยไม่เสียค่าใช้จ่าย ตัวอย่างเครื่องมือ IDE (Integrated Development Environment) ที่ผู้เขียนใช้ชื่อมีชื่อว่า Eclipse (ดาวน์โหลดได้ฟรีจาก www.eclipse.org) ที่สามารถใช้พัฒนาได้ทั้งภาษาไพธอน จาวา และ C++ (แต่สำหรับ C++ ต้องมีคอมไพเลอร์ติดตั้งต่างหาก)



รูปที่ 9 ส่วนสั่งงานและแสดงผลบนจอภาพที่พัฒนาโดยภาษาไพธอน + wxPython

สิ่งสำคัญประการหนึ่งในการพัฒนาส่วนติดต่อผู้ใช้สำหรับเครื่องซีเอ็นซี ที่นิยมเรียกว่า HMI (Human-Machine Interface) ก็คือความแน่นอนและความเร็วในการตอบสนอง ความแน่นอนหมายถึงระบบต้องสามารถตอบสนองต่อการสั่งงานได้อย่างถูกต้องทุกครั้ง ในระบบปฏิบัติการรองรับผู้ใช้หลายคนที่ซับซ้อนเช่น Windows XP เป็นไปได้ว่า โปรแกรมของเราอาจถูกจัดลำดับความสำคัญน้อยกว่างานอื่นๆ หากปุ่มกดบางฟังก์ชันไม่ตอบสนอง อาจก่อให้เกิดอันตรายได้ ด้วยเหตุนี้เอง ฟังก์ชันสำคัญที่ต้องการความแน่นอนในการตอบสนอง เช่น เมื่อแท่นเครื่องชนกับลิมิตสวิตช์ จำเป็นจะต้องอิมพลีเมนต์โดยฮาร์ดแวร์ ส่วนความเร็วในการตอบสนอง จะไม่ค่อยสำคัญมากสำหรับงานประเภทกดปิด เปิด

เช่น การเปิดสารหล่อเย็น แต่จะสำคัญสำหรับงานการเคลื่อนที่ เช่นคำสั่ง Jog ในชุดควบคุมบนเครื่องพีซีที่ใช้ปุ่มลูกศรบนคีย์บอร์ดสำหรับการสั่ง Jog อาจพบปัญหาว่า เมื่อปล่อยมือจากคีย์เพื่อต้องการให้หัวกัทหยุด ณ ตำแหน่งที่ต้องการ แต่หัวกัทกลับยังเคลื่อนที่ต่อไปจนทำให้ชิ้นงานเสียหายได้ สาเหตุเป็นเพราะคีย์บอร์ดของเครื่องพีซีจะมีบัฟเฟอร์เก็บข้อมูลจำนวนหนึ่ง เมื่อกดคีย์เข้าไว้จะทำให้ข้อมูลเก็บสะสมอยู่ในบัฟเฟอร์ ดังนั้นเมื่อปล่อยมือการเคลื่อนที่ที่จะยังไม่หยุดจนกว่าข้อมูลในบัฟเฟอร์จะหมด

4. บทสรุป

บทความนี้นำเสนอแนวทางในการสร้างชุดควบคุมซีเอ็นซีอย่างง่ายและราคาต่ำ ที่เหมาะสมกับการใช้ประกอบการศึกษาด้านการเขียน โปรแกรมซีเอ็นซี หรือการสาธิตหลักการทำงานของเครื่องฮาร์ดแวร์ที่แสดงในรูปแบบที่ 6 อาจมีสมรรถนะไม่เพียงพอสำหรับการใช้งานกับเครื่องซีเอ็นซีอุตสาหกรรมที่ต้องการความเร็วและความละเอียดสูง อย่างไรก็ตามการพัฒนาที่ดี ควรจะเน้นการออกแบบโครงสร้างที่เป็นมาตรฐาน เช่นการรับส่งข้อมูลระหว่างเครื่องพีซีกับตัวประมวลผลที่ทำหน้าที่ควบคุมการเคลื่อนที่เมื่อได้โครงสร้างที่ดีแล้ว การจะเปลี่ยนฮาร์ดแวร์เป็นระบบที่มีสมรรถนะดีขึ้นก็จะกระทำได้ง่าย นอกจากนั้นยังได้เน้นถึงการใช้เครื่องมือพัฒนาโอเพน ซอร์ส ที่ช่วยลดค่าใช้จ่ายและยังนำไปใช้ในระบบปฏิบัติการได้หลายชนิด

เอกสารอ้างอิง

วโรตม ผู้จินดา. การออกแบบสร้างและรีโทรฟิตชุดควบคุมเครื่องซีเอ็นซี. สำนักพิมพ์ ศ.ศ.ท. 2547.