

ระบบการผลิตผ่านเว็บ

WebMan: Web-based Manufacturing System

สิทธิกร ลาภาพงศ์ จตุรนต์ พลวิชัย วรพจน์ สันติพิสุทธิ และ สยาม เจริญเสียง
ศูนย์ปฏิบัติการพัฒนาหุ่นยนต์ภาคสนาม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
91 ถ.ประชาอุทิศ แขวงบางมด เขตทุ่งครุ กรุงเทพฯ 10140
โทร 0-2470-9339 โทรสาร 0-2470-9691 E-Mail: webman@fibo.kmutt.ac.th

Sittikorn LAPAPONG, Jaturont POLVICHAI, Worapoj SUNTIPURT and Siam CHAROENSEANG
Center of Operation for Field roBOTics Development (FIBO)
King Mongkut's University of Technology Thonburi
91 Pracha-u-tit Rd. Bangmod Tungkru 10140 Thailand
Tel: 0-2470-9339 Fax: 0-2470-9691 E-Mail: webman@fibo.kmutt.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยระบบการผลิตผ่านเว็บ เป็นการนำข้อดีของอินเทอร์เน็ต มาใช้งานเพื่อให้ผู้ใช้สามารถที่เข้าถึงระบบได้จากระยะไกล โดยผู้ใช้ มีเพียงเว็บเบราว์เซอร์และระบบอินเทอร์เน็ตก็สามารถที่จะล็อกอินเพื่อ เข้าไปสู่ระบบและควบคุมการทำงานของระบบการผลิตได้ โดยระบบ การผลิตในงานวิจัยนี้จะประกอบด้วยแขนกลซึ่งมี 5 องศาอิสระ ระบบ สายพานลำเลียง โต๊ะหมุน เป็นต้น โดยโปรแกรมที่ใช้ในการติดต่อและ ควบคุมระบบทั้งหมดได้รับการพัฒนาด้วยภาษาซีพลัสพลัส จาวา และ แอสเซมบลี นอกจากนี้ยังมีการถ่ายทอดสดของการทำงานของระบบ มายังผู้ใช้อีกด้วย

Abstract

This research presents a web-based manufacturing system (WebMan). WebMan takes an advantage of Internet to allow users to access this system remotely. The user needs only a web browser to login, assign tasks, and control this system from anywhere in the world. A manufacturing system in this project consists of a 5-DOF robot, a conveyor, and a rotary table. All programs are developed by using Visual C++, JAVA, and Assembly to interface with those system components. Furthermore, there is a live-video feedback from the remote site for observing the system's operation.

1. บทนำ

เนื่องด้วยในปัจจุบันระบบอินเทอร์เน็ตและเทคโนโลยีสารสนเทศ ได้เข้ามาเป็นส่วนสำคัญในชีวิตประจำวันมากขึ้น และมีการใช้ อินเทอร์เน็ตกันอย่างกว้างขวางทั่วทุกมุมโลกในสาขาต่างๆ รวมทั้งได้มี

การพัฒนาการควบคุมหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติผ่านอินเทอร์เน็ต [1][2][3] แต่ระบบดังกล่าวยังมีรูปแบบการควบคุมที่ไม่ซับซ้อนมาก และ อาจนำไปประยุกต์ใช้งานจริงได้ลำบากเช่น [1] และ [2] เป็นการควบคุม แขนกลเพียงอย่างเดียวผ่านอินเทอร์เน็ต ซึ่งลักษณะของระบบจึงยังไม่ ใกล้เคียงกับระบบการผลิตจริง ส่วน [3] นั้นเป็นการส่งข้อมูลสำเร็จรูป มาให้เครื่องจักร จากนั้นเครื่องจักรก็จะทำงานตามปกติซึ่งเป็นระบบที่ ไม่มีความซับซ้อนมากนัก ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงได้นำเสนอการออกแบบ และสร้างระบบการผลิตผ่านเว็บที่มีการควบคุมอุปกรณ์การผลิต อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้นและมีความยืดหยุ่นต่อการตอบสนอง ความต้องการของผู้ใช้งานหรือลูกค้าได้ดี โดยผู้ใช้สามารถตรวจสอบ และดูแลผ่านทางภาพถ่ายสดจากบริเวณระบบการผลิต ควบคุมและ สั่งงานระบบการผลิตผ่านทางส่วนติดต่อผู้ใช้ด้วยภาพ (GUI) ซึ่งเป็น เว็บเบราว์เซอร์จากที่ใดในโลกก็ได้ โดยอาศัยเพียงระบบอินเทอร์เน็ตที่ ใช้กันอย่างแพร่หลาย

2. การออกแบบ

ในงานวิจัยระบบการผลิตผ่านเว็บนี้จะอนุญาตให้ผู้ใช้สามารถที่จะ ทำการเลือกชนิดของสินค้าตามที่ต้องการได้ โดยมีสินค้าให้เลือกทั้งหมด 4 ชนิด เมื่อผู้ใช้เลือกสินค้าเสร็จเรียบร้อยแล้วก็จะทำการส่งข้อมูล มายังเครื่องแม่ข่าย ซึ่งเครื่องแม่ข่ายนี้จะทำหน้าที่ในการควบคุม การทำงานของแขนกลและอุปกรณ์การผลิตอื่นๆ โดยจะควบคุมการจ่ายสินค้าให้ตรงกับความต้องการของผู้ใช้ นอกจากนี้ผู้ใช้ยังสามารถที่จะเห็น การทำงานของระบบผ่านการถ่ายทอดสดผ่านทางเว็บเบราว์เซอร์ โดย ระบบการผลิตผ่านเว็บนี้ได้มีการออกแบบและสร้างส่วนประกอบและ การเชื่อมต่ออุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้ในงานวิจัยหลายประเภท เช่น หุ่นยนต์ สายพานลำเลียง ชุดปล่อยถาดรับสินค้า และ โต๊ะหมุน เป็นต้น

2.1 หุ่นยนต์และชุดควบคุม

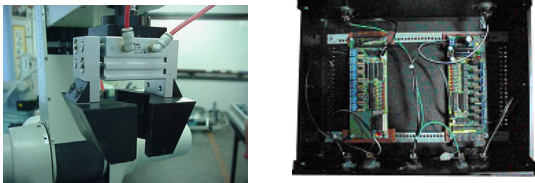
หุ่นยนต์ที่ใช้ในงานวิจัยเป็นแขนกลรุ่น CRS A255 [4] ที่มี 5 องศาอิสระ (Degree of Freedom) ซึ่งทำหน้าที่ในการหยิบสินค้า จากบริเวณที่จัดเก็บมาไปยังถาดรับสินค้าซึ่งอยู่บนสายพานลำเลียง ส่วนชุดควบคุมการทำงานของแขนกลนั้นประกอบไปด้วยการ์ดควบคุมรุ่น DMC 1860 ซึ่งเป็นการ์ดที่ทำหน้าที่ควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ และในงานวิจัยนี้ได้มีการพัฒนาโปรแกรมเพื่อควบคุมการทำงานของหุ่นยนต์โดยผ่านทางการ์ดนี้ สำหรับลักษณะของแขนกลและชุดควบคุมที่ใช้ในงานวิจัยแสดงดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 แขนกลและชุดควบคุมที่ใช้ในงานวิจัย

2.2 ชุดมือจับและชุดควบคุมมือจับ

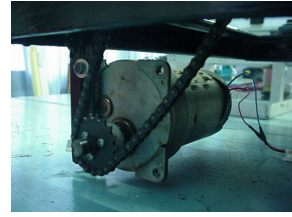
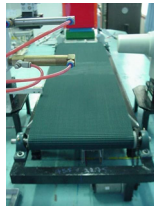
ในงานวิจัยนี้หุ่นยนต์สามารถหยิบจับสินค้าได้โดยอาศัยมือจับ (Gripper) ซึ่งทำงานได้โดยอาศัยนิวแมติก (Pneumatic) โดยมือจับนี้จะถูกควบคุมการทำงานเพื่อหยิบหรือปล่อยสินค้า โดยที่โซลินอยด์วาล์ว (Solenoid Valve) จะทำหน้าที่ควบคุมการจ่ายลมเข้าสู่กระบอกลมของมือจับ ในการควบคุมการทำงานของมือจับนั้น จะอาศัยสัญญาณจากการ์ดควบคุม DMC 1860 เพื่อส่งสัญญาณมายังชุดขยายสัญญาณ (Driver) ก่อนที่จะเข้าสู่โซลินอยด์วาล์ว เพื่อควบคุมการไหลของลมเข้าสู่กระบอกลมของมือจับ ชุดมือจับและชุดขยายสัญญาณเพื่อควบคุมมือจับแสดงดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 ชุดมือจับและชุดขยายสัญญาณเพื่อควบคุมมือจับ

2.3 สายพานลำเลียง

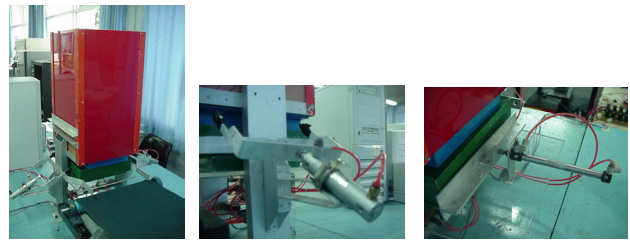
สายพานลำเลียงนี้ทำหน้าที่ในการลำเลียงถาดใส่สินค้า จากชุดปล่อยถาดมายังบริเวณด้านข้างของหุ่นยนต์ เพื่อที่จะทำการจัดวางสินค้า ลักษณะของสายพานลำเลียงที่ได้ทำการออกแบบและจัดสร้างมีลักษณะดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 สายพานและการติดตั้งต้นกำลัง

2.4 ชุดปล่อยถาดรับสินค้า

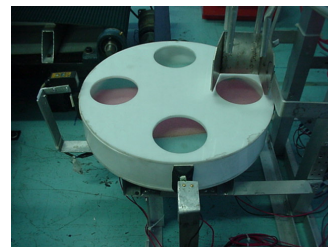
ชุดปล่อยถาดที่สร้างขึ้นมานี้จะถูกติดตั้งอยู่บริเวณปลายของสายพานลำเลียง โดยมีหน้าที่ในการควบคุมการปล่อยถาดเข้าสู่สายพานลำเลียง การควบคุมการปล่อยถาดนั้นจะอาศัยโซลินอยด์วาล์วเพื่อควบคุมกระบอกลม โดยกระบอกลมที่ใช้จะมี 2 ชุด โดยชุดแรกเป็นกระบอกลมที่ใช้สำหรับยกถาดรับสินค้าขึ้นก่อนที่จะมีการดันถาดรับสินค้าที่อยู่ด้านล่างออกไป ส่วนชุดที่สองเป็นกระบอกลมที่มีหน้าที่ในการดันถาดรับสินค้าที่อยู่บริเวณด้านล่างสุดออกไปสู่สายพานลำเลียง ชุดปล่อยถาดรับสินค้าและการติดตั้งกระบอกลมแสดงดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 ชุดปล่อยถาดรับสินค้าและชุดกระบอกลม

2.5 โต๊ะหมุน

โต๊ะหมุนนี้ถูกออกแบบให้ติดตั้งอยู่บริเวณด้านข้างของสายพานลำเลียง และอยู่ในพื้นที่ทำงาน (Workspace) ของหุ่นยนต์ด้วย โต๊ะหมุนนี้จะทำหน้าที่ในการลำเลียงสินค้าจากชุดจัดเก็บมายังบริเวณที่แขนกลสามารถหยิบสินค้าไปจัดเรียงบนถาด ลักษณะของโต๊ะหมุนจะแสดงดังรูปที่ 5



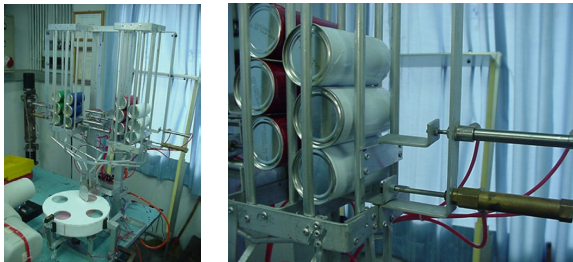
รูปที่ 5 โต๊ะหมุน

การทำงานของโต๊ะหมุนจะควบคุมโดยมอเตอร์ซึ่งติดตั้งอยู่ที่โต๊ะหมุนทำหน้าที่ควบคุมการหมุนของโต๊ะให้เป็นไปตามที่ต้องการโดยจะทำงานสัมพันธ์กับลิมิตสวิตช์ (Limit Switch) ซึ่งเป็นเซนเซอร์ที่ส่ง

สัญญาณไปให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ทราบว่าจะหมุนได้หมุนไปถึงตำแหน่งที่ต้องการแล้ว เพื่อให้ไมโครคอนโทรลเลอร์หยุดจ่ายไฟไปยังมอเตอร์ของโต๊ะหมุน นอกจากนี้บริเวณโต๊ะหมุนยังมีการติดตั้งเซนเซอร์แสง (Light Sensor) เพื่อทำหน้าที่ในการตรวจจับวัตถุ ซึ่งวัตถุที่ถูกตรวจจับได้นี้จะเป็นสินค้าที่อยู่ในพื้นที่ทำงานของหุ่นยนต์ ทำให้หุ่นยนต์สามารถที่จะหยิบจับสินค้าเพื่อไปวางในภาครับสินค้าได้

2.6 ชุดจัดเก็บและจ่ายสินค้า

ชุดจัดเก็บและจ่ายสินค้าดังแสดงในรูปที่ 6 นี้ได้ถูกออกแบบและสร้างเพื่อทำหน้าที่ในการจัดเก็บสินค้าโดยสินค้าที่จัดเก็บจะอยู่ในรางในแต่ละรางจะมีสินค้าต่างประเภทกัน แต่ในรางเดียวกันจะเป็นสินค้าชนิดเดียวกัน นอกจากนี้ยังมีหน้าที่ในการจ่ายสินค้าให้ตรงกับความต้องการของผู้ใช้ โดยจะควบคุมการทำงานผ่านทางไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งจะไปควบคุมการทำงานของโซลินอยด์วาล์วที่ควบคุมกระบอกลมอีกต่อหนึ่ง โดยกระบอกลมในแต่ละรางจะมี 2 ชั้น กระบอกลมชั้นบนจะทำงานพร้อมกันทุกราง เพื่อป้องกันไม่ให้สินค้าหล่นลงไป ในขณะที่มีการจ่ายสินค้าออกไป ส่วนกระบอกลมชั้นล่างนั้นจะทำหน้าที่ควบคุมการจ่ายสินค้าให้ได้ตามชนิดที่ต้องการ เมื่อกระบอกลมชั้นล่างเลื่อนออก จะทำให้สินค้าหล่นลงมาบนราง แล้วจึงไปจนกระทั่งตกลงในช่องของโต๊ะหมุนซึ่งรองรับอยู่ด้านล่าง



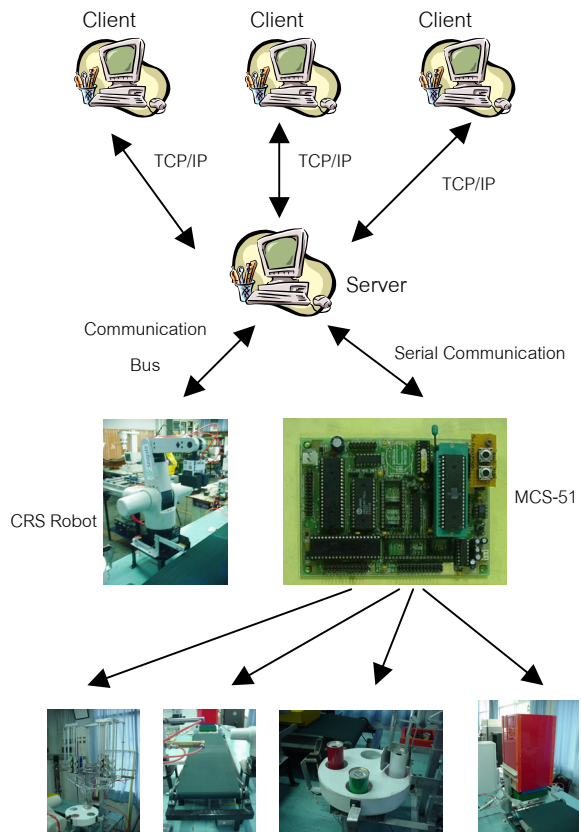
รูปที่ 6 ชุดจัดเก็บและจ่ายสินค้าและการติดตั้งกระบอกลม

2.7 ไมโครคอนโทรลเลอร์ ชุดขับเคลื่อนมอเตอร์ และชุดรับสัญญาณจากเซนเซอร์

ไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ใช้ในระบบการผลิตผ่านเว็บนี้อยู่ในตระกูล MCS-51 ซึ่งเป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ที่มีราคาค่อนข้างต่ำและใช้กันอย่างแพร่หลาย [5] ไมโครคอนโทรลเลอร์จะนำมาใช้ในการควบคุมระดับล่างซึ่งจะใช้ควบคุมสายพานลำเลียง ชุดจัดเก็บและจ่ายสินค้า โต๊ะหมุน และชุดปล่อยภาครับสินค้า ให้ทำงานสัมพันธ์กันทั้งระบบ โดยจะทำการติดต่อกับเครื่องแม่ข่ายผ่านทางพอร์ตอนุกรม นอกจากนี้ไมโครคอนโทรลเลอร์ยังรับสัญญาณจากเซนเซอร์ต่างๆ เพื่อนำมาประมวลผลเพื่อให้เกิดการทำงานที่สอดคล้องกันระหว่างส่วนประกอบต่างๆ ภายในระบบ ชุดขับเคลื่อนมอเตอร์จะเป็นวงจรที่มีหน้าที่ในการขยายสัญญาณที่ส่งมาจากไมโครคอนโทรลเลอร์

3. รายละเอียดของโปรแกรมการติดต่อสื่อสารและควบคุม

ลักษณะการสื่อสารและควบคุมของส่วนประกอบต่างๆ ในงานวิจัยของระบบการผลิตผ่านเว็บ ซึ่งแสดงดังรูปที่ 7 นี้สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ส่วนหลัก ส่วนแรกคือส่วนลูกข่ายซึ่งเป็นส่วนที่ทำการติดต่อกับผู้ใช้ ส่วนที่สองคือส่วนแม่ข่ายทำหน้าที่ประมวลผลข้อมูลที่รับมาจากผู้ใช้และทำหน้าที่ในการควบคุมการทำงานของหุ่นยนต์และอุปกรณ์การผลิตต่างๆ และส่วนสุดท้ายคือส่วนควบคุมระดับล่างเป็นส่วนที่ควบคุมการทำงานของระบบโดยอาศัยไมโครคอนโทรลเลอร์



รูปที่ 7 ลักษณะการสื่อสารโดยรวมของส่วนประกอบต่างๆ ในงานวิจัย

ส่วนลูกข่ายจะมีส่วนที่ติดต่อกับผู้ใช้ (User Interface) โดยใช้ภาษาจาวา (JAVA) ในการพัฒนาโปรแกรมนี้ขึ้นมา ซึ่งประกอบด้วยส่วนสำคัญ 2 ส่วน ส่วนแรกเป็นส่วนที่อนุญาตให้ผู้ใช้สามารถสั่งงานหรือสินค้าได้ และส่วนที่สองเป็นส่วนของการถ่ายทอดสัญญาณภาพ (Live Video Feedback) ซึ่งเป็นส่วนรับสัญญาณภาพจากฝั่งแม่ข่ายมายังลูกข่ายเพื่อให้ผู้ใช้สามารถติดตามการทำงานของระบบได้ ส่วนแม่ข่ายจะมีหุ่นยนต์ที่เป็นแขนกลรุ่น CRS A255 เชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ที่ทำหน้าที่เป็นเว็บเซิร์ฟเวอร์ (Web Server) และมีโปรแกรมที่ได้รับการพัฒนาโดยใช้ภาษา C++ คอยรับข้อมูลที่ส่งมาจากฝั่งลูกข่ายผ่านทางเว็บเบราว์เซอร์ แล้วทำการแปลงข้อมูลที่รับมาเป็นคำสั่งเพื่อควบคุมการทำงานของหุ่นยนต์ และไมโครคอนโทรลเลอร์ ส่วนควบคุมระดับล่างเป็นส่วนที่ควบคุมการทำงานของสายพานลำเลียง ชุดจัดเก็บและ

จ่ายสินค้า โตะหมุน และชุดปล่อยถาดรับสินค้า โดยจะรับสัญญาณที่ใช้ในการควบคุมจากเซนเซอร์ต่างๆที่ติดตั้งในระบบ การควบคุมระดับล่างจะรับข้อมูลจากเครื่องแม่ข่ายโดยผ่านทางพอร์ตอนุกรม แล้วนำข้อมูลที่ได้รับไปเปรียบเทียบกับโปรแกรมที่บรรจุอยู่ในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ แล้วจึงไปสั่งงานให้อุปกรณ์ต่างๆ ในระบบทำงาน

3.1 โปรแกรมลูกข่าย

ตัวโปรแกรมได้ทำการพัฒนาขึ้นมาโดยใช้ภาษาจาวา [6][7] หน้าที่เป็นแอปเพล็ต (Applet) ขึ้นมาแล้วใส่ลงไปในเว็บเพจ โดยผู้ใช้สามารถเรียกใช้ผ่านทางเว็บเบราว์เซอร์ได้ เมื่อผู้ใช้ต้องการที่จะสั่งงานและทำการเลือกชนิดของสินค้าเพียงเรียกเว็บเพจนี้ขึ้นมาแล้วทำการล็อกอิน (Log In) เข้าสู่ระบบ โดยที่โปรแกรมลูกข่ายจะทำการติดต่อกับโปรแกรมแม่ข่ายผ่านทางซ็อกเก็ต (Socket) เพื่อทำการส่งและรับข้อมูลกัน

ลักษณะของโปรแกรมลูกข่ายแบ่งออกเป็น 3 ส่วนหลักๆ คือ ส่วนของการถ่ายทอดสภาพการทำงานของระบบการผลิต ส่วนของหน้าสำหรับใส่ชื่อและจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ เพื่อทำการล็อกอินเข้าสู่ระบบ และส่วนของหน้าสำหรับที่จะสั่งงานหรือควบคุมการทำงานของระบบการผลิต

3.2 โปรแกรมแม่ข่าย

โปรแกรมแม่ข่ายได้รับการพัฒนาโดยใช้ภาษาซีพลัสพลัส [8][9] โดยสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ส่วนสำคัญ คือ ส่วนที่จัดลำดับลูกข่ายและติดต่อกับซ็อกเก็ตกับลูกข่าย กับส่วนที่แปลงข้อมูลที่รับจากลูกข่ายเพื่อนำมาแปลงเป็นชุดคำสั่งสำหรับควบคุมแขนกล

ในโปรแกรมฝั่งแม่ข่ายนั้นมีลักษณะการทำงานแบบเทร็ด (Thread) เนื่องจากต้องรับข้อมูลของลูกข่ายและทำการควบคุมลำดับการทำงานซึ่งประกอบไปด้วยการส่งข้อมูลไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์และควบคุมแขนกลไปยังตำแหน่งต่างๆเพื่อหยิบและวางกระป๋องไปพร้อมๆกัน

ส่วนการควบคุมแขนกลจะมีลำดับการทำงานเริ่มจากการคัดเลือกเฉพาะข้อมูลสำหรับควบคุมแขนกลมาจากชุดคำสั่งจากลูกข่าย พร้อมกันนั้นแม่ข่ายจะส่งข้อมูลในส่วนของการควบคุมระดับล่าง (Low Level) ไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ผ่านทางพอร์ตอนุกรม หลังจากนั้นแม่ข่ายจะเรียกชุดคำสั่งสำหรับควบคุมแขนกลเพื่อหยิบกระป๋องไปวางยังตำแหน่งต่างๆ เมื่อวางเรียบร้อยแล้วก็จะตรวจสอบตำแหน่งต่อไป หากมีตำแหน่งที่แขนกลยังไม่ได้หยิบกระป๋อง แม่ข่ายก็จะส่งข้อมูลผ่านพอร์ตอนุกรมไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์อีกครั้ง เมื่อได้รับการตอบรับจากไมโครคอนโทรลเลอร์แล้วแขนกลก็จะหยิบกระป๋องเพื่อไปวางในตำแหน่งที่ต้องการอีกครั้ง และจะทำเช่นนี้ไปเรื่อยๆ จนกว่าจะวางกระป๋องทุกตำแหน่งเรียบร้อยแล้ว

3.3 โปรแกรมควบคุมการทำงานระดับล่างโปรแกรมควบคุม

การทำงานระดับล่างเป็นโปรแกรมที่เขียนโดยใช้ภาษาแอสเซมบลีเพื่อควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ ภายในระบบอาทิเช่น สาย

พานลำเลียง ชุดจัดเก็บและจ่ายสินค้า เป็นต้น โดยโปรแกรมนี้จะถูกแปลงให้เป็นภาษาเครื่องโดยใช้แอสเซมเบลอร์ แล้วนำไปรวมกับที่แปลงเป็นภาษาเครื่องเรียบร้อยแล้วไปบรรจุอยู่ในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ซึ่งภายในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์จะมีหน่วยความจำโปรแกรมอยู่ซึ่งหน่วยความจำ

การทำงานของโปรแกรมควบคุมระดับล่างนั้นสามารถที่จะอธิบายได้ดังนี้คือเมื่อไมโครคอนโทรลเลอร์เริ่มทำงานนั้นจะทำการวนรอบและตรวจสอบว่ามีคำสั่งส่งข้อมูลมาจากพอร์ตอนุกรมหรือไม่ ถ้าไม่มีการส่งข้อมูลมา ก็จะทำการวนรอบต่อไปเรื่อยๆ แต่ถ้ามีการส่งข้อมูลมาก็จะนำข้อมูลที่ได้รับไปเก็บไว้ในหน่วยความจำชั่วคราว จากนั้นจะเริ่มเข้ากระบวนการทำงานของระบบส่วนล่าง โดยเริ่มจากการลำเลียงถาดมายังบริเวณที่ต้องการ เมื่อถาดมาถึงตำแหน่งที่ต้องการแล้วไมโครคอนโทรลเลอร์ก็จะทำการดึงข้อมูลชุดที่ 1 ซึ่งเป็นชนิดของสินค้าชนิดที่ 1 จากหน่วยความจำชั่วคราวออกมาเพื่อทำการตรวจสอบว่าสินค้าที่ต้องการตรงกับชนิดใด เมื่อทำการตรวจสอบแล้วว่าเป็นสินค้าชนิดใดก็จะทำการจ่ายชนิดสินค้านั้นออกมาจากชุดเก็บและจ่ายสินค้ามายังโตะหมุน จากนั้น โตะหมุน จะทำการหมุนไป 1 ชั้น และไมโครคอนโทรลเลอร์ก็จะทำการตรวจสอบว่าสินค้าอยู่ในตำแหน่งที่หุ่นยนต์สามารถที่จะหยิบได้หรือไม่ ถ้าปรากฏว่าตำแหน่งนั้นเป็นตำแหน่งที่หุ่นยนต์สามารถที่จะหยิบของได้ ก็จะทำการส่งค่าแจ้งกลับไปยังเครื่องแม่ข่ายเพื่อให้หุ่นยนต์เริ่มทำงาน และเมื่อหุ่นยนต์ทำงานเสร็จก็จะแจ้งกลับมาไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ทำงานขั้นต่อไป ซึ่งจะวนซ้ำกับขั้นตอนที่ได้กล่าวมาแล้ว แต่ถ้าปรากฏว่าตำแหน่งนั้นเป็นตำแหน่งที่หุ่นยนต์ไม่สามารถที่จะหยิบของได้ ไมโครคอนโทรลเลอร์ก็จะทำการดึงข้อมูลชุดถัดมาเพื่อตรวจสอบโดยมีกระบวนการเหมือนกับที่ได้กล่าวมาแล้ว โดยจะมีการทำงานซ้ำในลักษณะนี้จนกระทั่งจำนวนสินค้าครบ 4 ชั้น ถึงจะเริ่มกลับไปรอรับคำสั่งใหม่จากพอร์ตอนุกรมต่อไป

4. ผลการทดลอง

จากผลการทดลอง ข้อมูลส่วนของการสื่อสารและควบคุมที่ส่งจากฝั่งลูกข่ายไปยังฝั่งแม่ข่าย โดยผ่านระบบเครือข่ายภายในองค์กรหรือผ่านอินเทอร์เน็ต จะมีค่าเท่ากับ 66 ไรต์ทุกครั้งที่สั่งงานเสมอ ส่วนของกล้องวิดีโอถ่ายทอดสภาพการทำงานของระบบการผลิต จะเห็นได้ว่าเมื่อทำงานผ่านระบบเครือข่ายภายในองค์กรจะมีอัตราการส่งข้อมูลภาพที่สูงกว่าเมื่อทำงานผ่านอินเทอร์เน็ต โดยอัตราการส่งข้อมูลภาพผ่านระบบเครือข่ายภายในองค์กรเท่ากับ 302-311 กิโลบิตต่อวินาที โดยมีความต่อเนื่องชัดเจนและรวดเร็วที่มีความล่าช้าของภาพจากความเป็นจริงเพียง 0.5-1 วินาที ขณะที่อัตราการส่งข้อมูลของระบบผ่านอินเทอร์เน็ตอยู่ที่ 39-42 กิโลบิตต่อวินาที และมีการขาดหายของภาพบางช่วงและมีความล่าช้าของภาพจากความเป็นจริงประมาณ 3-8 วินาที

จากการเก็บข้อมูลของการทดลองในส่วนของเวลาที่ใช้และความแม่นยำ (Repeatability) ของระบบ ปรากฏว่าเวลาที่ใช้ทั้งหมดในการผลิตแต่ละครั้งจะอยู่ในช่วง 185-195 วินาที เวลาที่แตกต่างกันอาจเกิดจากการทำงานที่ผิดพลาดของโตะหมุนเป็นส่วนใหญ่ เพราะโตะหมุน

ทำงานโดยใช้เซ็นเซอร์ประเภทลิมิตสวิตช์ (Limit Switch) ซึ่งส่งผลให้การตรวจจับสัญญาณบางครั้งไม่แน่นอน ส่วนความแม่นยำในการทำงานของระบบพบว่าประสิทธิภาพของระบบการผลิตมีความแม่นยำดีพอสมควร ส่วนที่จะเพิ่มประสิทธิภาพของระบบอาจทำได้โดยการใช้หน่วยความจำแบบแฟลช (Flash Memory) ปรับปรุงระบบเซ็นเซอร์ที่ใช้ในการตรวจจับสัญญาณต่างๆ และการชดเชยแรงบิดที่เป็นผลมาจากโมเมนต์ของปลายมือจับที่ทำกับข้อต่อที่ 3 เป็นต้น

5. สรุป

ในงานวิจัยนี้ได้นำเสนอการออกแบบและสร้างระบบการผลิตผ่านเว็บที่มีส่วนประกอบต่างๆ เช่นหุ่นยนต์ สายพานลำเลียง โต้ะหมุน เป็นต้น โดยระบบประกอบด้วยการติดต่อสื่อสารและควบคุมการทำงานของโปรแกรมลูกข่าย-แม่ข่าย และโปรแกรมควบคุมการทำงานระดับล่าง โดยภาษาจาวาและซีพลัสพลัสได้ถูกนำมาใช้ในการพัฒนาโปรแกรมลูกข่ายและแม่ข่าย ส่วนภาษาแอสเซมบลีได้นำมาใช้ในการพัฒนาสำหรับโปรแกรมควบคุมการทำงานระดับล่าง โดยระบบการผลิตผ่านเว็บนี้ทำงานบนระบบปฏิบัติการวินโดวส์ สำหรับโปรแกรมลูกข่ายยังมีความสามารถที่จะทำงานบนระบบปฏิบัติการได้หลายระบบ นอกจากนี้ระบบยังมีการจัดการลำดับการใช้งานเพื่อสามารถตอบสนองความต้องการของผู้ใช้งานได้หลายๆ คนพร้อมกัน

จากการทดลองพบว่างานวิจัยนี้สามารถที่จะนำไปประยุกต์ในงานควบคุมทางไกลที่ไม่ต้องการความตอบสนองทางด้านเวลา (Real Time) สูงโดยผู้ใช้จะมีหน้าที่ควบคุม ดูแลและสั่งการทำงานจากระบบในระดับสูง ส่วนการควบคุมการทำงานระดับล่างจะเป็นหน้าที่ของเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายและระบบไมโครคอนโทรลเลอร์

6. กิตติกรรมประกาศ

ทางคณะผู้วิจัยขอขอบคุณศูนย์อิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ (NECTEC) ที่ให้ทุนสนับสนุนส่วนหนึ่งในการทำวิจัยโครงการระบบการผลิตผ่านเว็บ

เอกสารอ้างอิง

- [1] A. Malinowski, T. Konetski, B. Davis, and D. Schertz, 1989, "Web-Controlled Robotics Manipulator Using Java and Client-Server Architecture" *Proc. of IEEE. International Conference on Robotics and Automation*.
- [2] สยาม เจริญเสียง สมภพ เกียรติผดุงกุล สุวิทย์ ธรรมมาวุฒิกุล เอกลักษณ์ หิรัญสิริสวัสดิ์ รัฐพรธณ กำอินแก้ว และวีระศักดิ์ ไพศาลธนกกุล 2544 "WebBot: การควบคุมแขนกลผ่าน World Wide Web" การประชุมเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 15
- [3] K.J. Ngiam, K.C. Tan, F.E.H. Tay, K.K. Kwong, T.W. Tan, E.M. Toh, T.H. Goh, and Y.P. Khanal, 1996, "Internet Manufacturing (IMan)", *Proc. of IEEE International Conference on Robotics and Automation*.
- [4] CRS Plus Inc., 1993, Arm and Controller Installation Manual.

- [5] ชัยวัฒน์ ลิ้มพรจิตรวิไล วรพจน์ กรแก้ววัฒนกุล "เรียนรู้และปฏิบัติการ ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS51" บริษัท อินโนเวตีฟ เอ็กเพอริเมนต์ จำกัด
- [6] กิตติ ภัคตีพัฒนะกุล 2543 "Java ฉบับโปรแกรมเมอร์" พิมพ์ครั้งที่ 3 บ. เคทีพี คอมพ์ แอนด์ คอนซัลท์ จำกัด
- [7] วีระศักดิ์ ซึ่งถาวร 2541 "Fundamental of JAVA Programming Volume 1" บ.ซี เอ็ด ยูเคชั่น จำกัด (มหาชน)
- [8] Microsoft Corp., MSDN Library Help.
- [9] นิรุช อำนาจศิลป์ 2542 "คู่มือการเขียนโปรแกรม Visual C++ Version 6.0" พิมพ์ครั้งที่ 2 บ. ชัดเชล มีเดีย จำกัด