

WebBot : การควบคุมแขนกลผ่าน Word Wide Web

สยาม เจริญเสียง สมภพ เกียรติผดุงกุล สุวิทย์ ธรรมมาวุฒิกุล
เอกลักษณ์ หิรัญศิริสวัสดิ์ รัฐพรพรณ กำอินแก้ว และวีรพล ไพศาลธนกุล
ศูนย์ปฏิบัติการพัฒนาหุ่นยนต์ภาคสนาม (FIBO) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
แขวงบางมด ทุ่งครุ กรุงเทพฯ 10140
โทร.470-9339, โทรสาร 470-9691
E-Mail : siam.cha@kmutt.ac.th, somphop@se-ed.net, jeerat45@hotmail.com

Siam Charoenseang, Somphop Keatpadoongkul, Suwit Thammawutikul
Ekaluk Hirunsirisawad, Rattaphan Ka-inkaew and Weerapon Pisarntanakul

Center of Operation for Field roBOTics Development (FIBO) King Mongkut's University of Technology Thonburi
Bangmod, Thung Kharu District Bangkok 10140
Tel : (662) 470-9339, Fax : (662) 470-9691

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันอินเทอร์เน็ตเข้ามามีบทบาทสำคัญในการติดต่อสื่อสาร โดยบริการแบบเวปต์ไวด์เวป (World Wide Web: WWW) หรือเวป (Web) ได้ส่งเสริมให้มีการใช้งานด้านกราฟฟิกต่าง ๆ บนเวปเบราว์เซอร์ (Web browser) ซึ่งช่วยเพิ่มความสามารถของการควบคุมทางไกลให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ซึ่งผู้ใช้งานเพียงแต่มีคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการเชื่อมต่อเข้ากับอินเทอร์เน็ตก็สามารถสั่งงานหรือควบคุมแขนกลจากระยะไกลได้อย่างง่ายดาย

โครงการนี้ใช้ประโยชน์จากสถาปัตยกรรมลูกข่ายและแม่ข่ายในการทำให้ผู้ใช้สามารถควบคุมแขนกลที่มี 5 แกนผ่านเวป โดยการทำงานทั้งหมดอยู่ภายใต้พื้นฐานโพรโตคอลของการสื่อสารที่เอื้ออำนวยความสะดวกให้แก่ผู้ใช้เป็นหลัก

เป้าหมายของโครงการนี้ได้แก่

1. การพัฒนาระบบควบคุมทางไกลผ่านเวปต์ไวด์เวป
2. ทำการออกแบบ และสร้างแบบการติดต่อสื่อสารระหว่างคอมพิวเตอร์ลูกข่าย (Client) และแม่ข่าย (Server)
3. ทำการออกแบบ และติดตั้งระบบการจัดลำดับการเข้ามาใช้งานเมื่อมีผู้ใช้เข้ามามากกว่า 1 คน

หลักการทำงานของโครงการนี้ สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในกระบวนการผลิตที่มีความยืดหยุ่นได้ ผู้ใช้สามารถระบุและตรวจสอบรายละเอียดของการผลิตจากระยะไกลได้อย่างง่ายดาย ยิ่งไปกว่านั้นระบบนี้ยังรองรับการเชื่อมต่อของเครื่องจักรหลายประเภทที่อยู่ภายใต้เครือข่ายเดียวกัน หรือการเชื่อมต่อจากผู้ใช้งานมากกว่า 1 คน

Abstract

At present, Internet becomes a key of communication in our lives. Along with the World Wide Web (WWW) providing graphical user interface, Internet could enhance teleoperation

in an effective and economic manner. An operator needs only a computer and a modem in order to easily control a robot remotely.

This project utilizes server/client architecture to allow an operator to control a 5 degrees of freedom robot via the web. These operations are underlying protocols for the users.

The objectives of this research project are as follows:

1. to develop a teleoperation system via the WWW,
2. to design and build a communication scheme between clients and a server.
3. to design and implement a scheduling system for handling multiple clients.

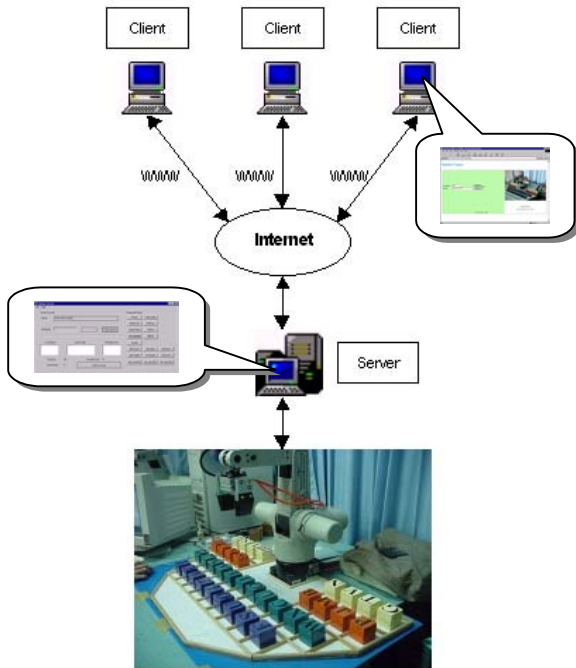
Importantly, the concept of this project could be applied for the flexible manufacturing system. Furthermore, this system also supports multiple network-based machines or multiple clients' connections.

1. บทนำ

ปัจจุบันในยุคข้อมูลข่าวสาร การสื่อสารผ่านอินเทอร์เน็ตเข้ามามีบทบาทในชีวิตประจำวันของมนุษย์มากขึ้นทุกวันนี้ แนวความคิดที่จะประยุกต์ระบบอินเทอร์เน็ตให้เกิดประโยชน์ในด้านต่าง ๆ จึงเกิดขึ้นมากมาย ไม่ว่าจะเป็นทางด้านการศึกษา การบันเทิง ธุรกิจการค้า ฯลฯ โครงการนี้ ก็เป็นการนำเทคโนโลยีการควบคุมระยะไกลผ่านทาง World Wide Web มาใช้ ซึ่งมีประโยชน์หลาย ๆ ด้าน เช่น งานที่มีอันตราย ต่อมนุษย์ งานควบคุมระยะไกล และงานประยุกต์ต่าง ๆ ซึ่งไม่ต้องการ การทำงานที่เป็นแบบ Real-Time สูง เนื่องจากระบบอินเทอร์เน็ตในปัจจุบัน ยังมีความล่าช้าในการรับส่งข้อมูลอยู่[1]

2. โครงสร้างของโครงการ

โครงการนี้จะเสนอการทำให้การควบคุมแขนกลในระยะไกลผ่านอินเทอร์เน็ตได้ โดยใช้คำสั่งที่เข้าใจง่าย เพื่ออำนวยความสะดวกความสะดวกแก่บุคคลทั่วไปให้สามารถเข้ามาควบคุมได้ ซึ่งผู้ใช้ไม่จำเป็นต้องส่งคำสั่งในการควบคุมที่ละเอียด (Joint) ของแขนกลในการสั่งให้แขนกลทำงานตามที่ต้องการ โครงสร้างหลักของโครงการประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ส่วนของฝั่งลูกข่าย (Client) และส่วนของฝั่งแม่ข่าย (Server) ดังแสดงในรูปที่ 1



รูปที่ 1 โครงสร้างหลักของระบบ

2.1 ลูกข่าย (Client)

ทางฝั่งลูกข่ายจะมีส่วนที่ติดต่อกับผู้ใช้หรือที่เรียกว่า User Interface โดยส่วนนี้ได้รับการพัฒนาโดยใช้ภาษาจาวา ซึ่งประกอบด้วยส่วนสำคัญ ดังนี้

- ส่วนนำเข้าสู่ระบบ (Login) และส่วนติดต่อเพื่อควบคุมการทำงานของแขนกล
- ส่วนของการถ่ายทอดสัญญาณภาพ หรือส่วนของ Live Video Feedback เป็นส่วนที่จะรับการถ่ายทอดสัญญาณภาพจากฝั่งแม่ข่ายมายังลูกข่ายเพื่อให้ผู้ใช้สามารถติดตามการทำงานของแขนกลได้

2.2 แม่ข่าย (Server)

ทางฝั่งแม่ข่ายจะมีหุ่นยนต์ที่เป็นแขนกลรุ่น CRS A255 เชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ที่ทำหน้าที่เป็นเว็บเซิร์ฟเวอร์ (Web Server) และมีโปรแกรมที่ได้รับการพัฒนาโดยใช้ภาษา C++ คอยรับข้อมูลตัวอักษรที่ส่งมาจากฝั่งลูกข่ายโดยผ่านทางเว็บเบราว์เซอร์ แล้วทำการแปลงแต่ละตัวอักษรนั้นเป็นคำสั่งที่สามารถติดต่อกับคอนโทรลเลอร์ของแขนกลได้ ส่วนกล้องวีดีโอและชุดควบคุมกล้องจะทำการเก็บภาพส่งไปยังผู้ใช้ เพื่อให้ผู้ใช้รับรู้การทำงานที่เกิดขึ้นและสั่งงานให้

กล้องเคลื่อนที่เพื่อจับภาพได้โดยเป็นการทำงานร่วมกันของฮาร์ดแวร์ (Hardware) และซอฟต์แวร์ (Software) ดังนี้

ฮาร์ดแวร์ ประกอบด้วย

- แขนกลรุ่น CRS A255
- Motion Controller
- Pneumatic Gripper และชุดควบคุม
- ชั้นงาน และแผงรองรับชั้นงาน
- กล้องวีดีโอ รับภาพการทำงาน
- ชุดควบคุมการบังคับกล้องด้วย Micro controller

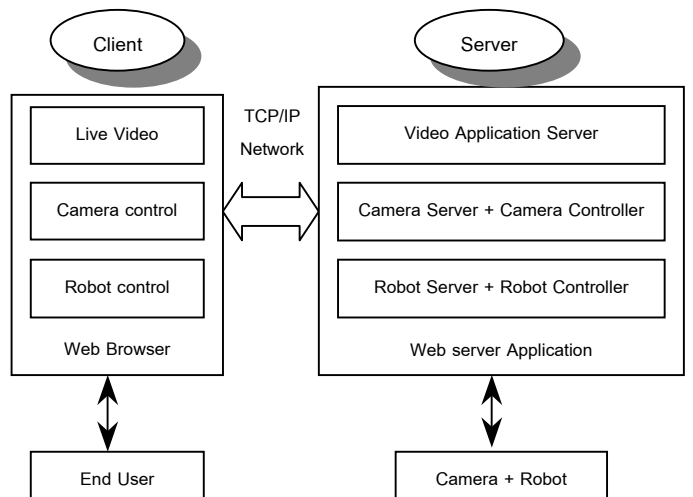
ซอฟต์แวร์ ประกอบด้วย

- ชุดคำสั่งในการควบคุมแขนกลซึ่งพัฒนาด้วย C++ บนระบบวินโดวส์ [3]
- ชุดคำสั่งที่ใช้รับคำสั่งจากผู้ใช้ ซึ่งพัฒนาด้วย JAVA [4]
- โปรแกรมถ่ายทอดภาพระบบอินเทอร์เน็ตใช้โปรแกรม EMULive Video Producer โปรแกรมรับส่งข้อมูลระหว่างกล้องกับคอมพิวเตอร์ และ EMULive Server เป็นโปรแกรมรับข้อมูลจากโปรแกรม EMULive Video Producer แล้วแปลงข้อมูลเพื่อส่งข้อมูลผ่านอินเทอร์เน็ตสู่เครื่องลูกข่าย ซึ่งทั้ง 2 โปรแกรมนี้จะอยู่ในเครื่องแม่ข่าย
- Xitama-Web Server
- โปรแกรมควบคุมกล้องได้รับการพัฒนาด้วย C++

3. การออกแบบและหลักการทำงาน

3.1 แผนผังลำดับงานของโครงการ

การทำงานร่วมกันของโปรแกรมในแต่ละส่วนทั้งฝั่งแม่ข่ายและลูกข่ายแสดงดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 แสดงแผนผังส่วนประกอบของระบบ

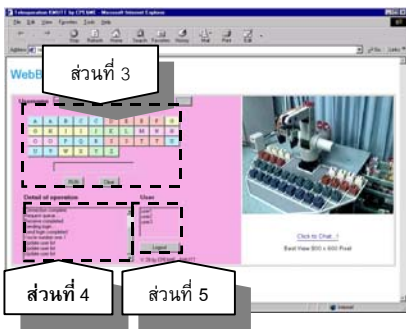
3.2 การทำงานของฝั่งลูกข่าย

ส่วนที่ 1 ประกอบด้วย ช่องสำหรับให้ผู้ใช้กรอกชื่อ (User Name) และที่อยู่อีเมล (E-mail Address) สำหรับการเข้าสู่ระบบ

ส่วนที่ 2 ประกอบด้วย ส่วนของการรับการถ่ายทอดสัญญาณภาพ เป็นส่วนที่ช่วยให้ผู้ใช้สามารถติดตามการทำงานของแขนกลได้ ดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 แสดงเว็บเบราว์เซอร์เมื่อเริ่มเข้าระบบ เมื่อลูกข่ายได้เข้าระบบแล้ว บนเว็บเบราว์เซอร์จะปรากฏดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 ส่วนของเว็บเบราว์เซอร์เมื่อเข้าระบบแล้ว

ส่วนที่ 3 ประกอบด้วย

- ปุ่มของตัวอักษร A – Z
- บริเวณแสดงตัวอักษรที่ผู้ใช้เลือกตัวอักษรมา ซึ่งไม่เกิน 5 ตัวอักษร
- ปุ่ม RUN ใช้เมื่อผู้ใช้พร้อมที่จะสั่งงานให้แขนกลทำงาน
- ปุ่ม Clear ใช้เมื่อต้องการลบตัวอักษรที่เลือกไว้ทั้งหมด

ส่วนที่ 4 เป็นส่วนที่แสดงถึงรายละเอียดของการทำงานทางฝั่งแม่ข่าย

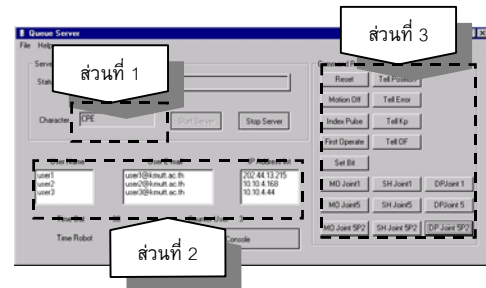
ส่วนที่ 5 ประกอบด้วย

- ส่วนของการแสดงรายชื่อของผู้ใช้ที่เข้าระบบมา แต่จะอนุญาตให้ผู้ใช้เพียง 1 คนเท่านั้นที่สามารถควบคุมแขนกลได้ โดยจะมีฟังก์ชันที่คอยจัดลำดับ (Queue) การเข้ามาใช้งานของผู้ใช้ [2]
 - ปุ่ม Logout ใช้เมื่อผู้ใช้ต้องการออกจากระบบ
- การทำงานฝั่งลูกข่ายได้รับการพัฒนาโดยใช้ภาษาจาวาเป็นหลัก ซึ่งสามารถทำงานบนเว็บเบราว์เซอร์ได้ซึ่งการทำงานฝั่งลูกข่ายลำดับแรกนั้น โปรแกรมฝั่งลูกข่ายจะเข้าฟังก์ชันเพื่อขอรับลำดับคิวจากแม่ข่าย หลังจากนั้นจะตรวจสอบว่าได้ลำดับเท่าไร ถ้าได้ลำดับที่ 1 จะมีปุ่มตัวอักษรปรากฏขึ้นมาให้ผู้ใช้เลือก และกดปุ่ม RUN เพื่อส่งข้อมูล

ไปให้แขนกลหยิบตัวอักษรมาวางเรียงตามที่ใช้ได้เลือกไว้ แต่ถ้าได้ลำดับที่ 2 หรือลำดับที่ 3 จะรอรับข้อมูลต่างๆจากแม่ข่ายไม่ว่าจะเป็น ลำดับคิวที่มีการเปลี่ยนแปลง รายชื่อผู้ใช้ที่อยู่ในระบบ รวมถึงการทำงานของแขนกลในขณะนั้น จนกว่าผู้ใช้ลำดับที่ 2 หรือลำดับที่ 3 จะได้เลื่อนลำดับขึ้นมาเป็นผู้ใช้ลำดับที่ 1 จึงสามารถสั่งงานแขนกลได้

3.3 การทำงานของฝั่งแม่ข่าย

โปรแกรมฝั่งแม่ข่ายจะประกอบด้วยส่วนต่างๆดังรูปที่ 5



รูปที่ 5 แสดงส่วนประกอบโปรแกรมฝั่งแม่ข่าย

ส่วนที่ 1 แสดงตัวอักษรที่ผู้ใช้สั่งงานให้แขนกลไปหยิบ

ส่วนที่ 2 แสดงลำดับการเข้าระบบมาใช้งานของผู้ใช้โดยจะ

แสดงออกเป็น 3 ส่วนคือ

- ชื่อผู้ใช้ที่เข้ามาในระบบ
- E-mail Address ของผู้ใช้
- IP Address ของผู้ใช้

ส่วนที่ 3 เป็นส่วนของปุ่มการตั้งค่าเริ่มต้นของแขนกล

การทำงานที่ฝั่งแม่ข่ายจะใช้ภาษา C++ ในการเขียนโปรแกรม ซึ่งสามารถแบ่งการทำงานหลักๆออกเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนรับส่งข้อมูลผ่าน Socket ของเครื่องลูกข่ายกับเครื่องแม่ข่ายเพื่อจัดลำดับการเข้ามาใช้งานแขนกล และส่วนแปลงข้อมูลตัวอักษรที่รับมาไปเป็นชุดคำสั่งการทำงานเพื่อส่งไปยังแขนกล

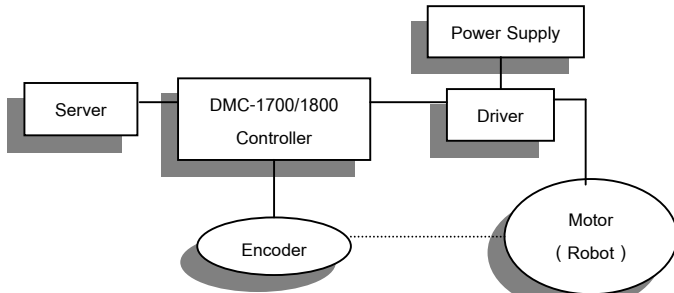
ในการทำงานฝั่งแม่ข่ายลำดับแรก โปรแกรมฝั่งแม่ข่ายจะรอรับการติดต่อจากลูกข่าย หลังจากนั้นเมื่อมีลูกข่ายติดต่อเข้ามา โปรแกรมฝั่งแม่ข่ายจะตรวจสอบว่าในขณะนั้นมีผู้ใช้ที่อยู่ในระบบจำนวนกี่คน ถ้าลูกข่ายเข้ามาในขณะที่มีผู้ใช้ที่อยู่ในระบบจำนวน 3 คน โปรแกรมฝั่งแม่ข่ายจะส่งข้อมูลกลับไปว่าลำดับผู้ใช้เต็ม และส่งรายชื่อผู้ใช้ที่มีอยู่ในระบบขณะนั้น ถ้าลูกข่ายเข้ามาเป็นลำดับที่ 2 หรือลำดับที่ 3 โปรแกรมฝั่งแม่ข่ายจะส่งลำดับคิวที่วางอยู่ในขณะนั้นกลับไป แต่ถ้าลูกข่ายเข้ามาเป็นลำดับที่ 1 โปรแกรมฝั่งแม่ข่ายจะให้สิทธิ์ในการเลือกตัวอักษร หลังจากนั้นเมื่อมีการส่งตัวอักษรจากผู้ใช้ลำดับที่ 1 โปรแกรมฝั่งแม่ข่ายจะแปลงข้อมูลให้กลายเป็นชุดคำสั่งและส่งชุดคำสั่งนั้นไปยังแขนกลเพื่อสั่งให้นำตัวอักษรที่เลือกมาวางเรียงกัน เมื่อแขนกลหยิบตัวอักษรมาเรียงครบ แล้วจะทำการสั่งแขนกลนำตัวอักษรกลับคืนที่เดิม และทำการเลื่อนลำดับคิว เมื่อมีผู้ใช้คนใดคนหนึ่งออกจากระบบโปรแกรมจะทำการเลื่อนลำดับคิวผู้ใช้คนถัดไปเข้ามาแทนที่

ในการทำงานฝั่งแม่ข่ายนั้นจำเป็นต้องเขียนโปรแกรมให้ฟังก์ชันทำงานเป็น Thread เนื่องจากโปรแกรมต้องสามารถรับการ

ติดต่อจากเครื่องลูกข่ายได้ในขณะเวลาเดียวกับที่โปรแกรมทำการแปลงข้อมูลตัวอักษรที่รับมาให้กลายเป็นชุดคำสั่งและส่งชุดคำสั่งนั้นไปยังแขนกลให้ทำงานตามที่ต้องการ

3.3 การทำงานส่วนการติดต่อระหว่างแม่ข่ายกับแขนกล

ในการส่งคำสั่งการทำงานไปยังแขนกลจะมีชุดควบคุมติดตั้งอยู่ระหว่างเครื่องแม่ข่ายกับแขนกล ซึ่งมีส่วนประกอบดังรูปที่ 6



รูปที่ 6 แสดงส่วนประกอบของระบบควบคุมมอเตอร์

- โดยแต่ละส่วนประกอบของระบบควบคุมมอเตอร์อธิบายได้ดังนี้
- แม่ข่าย (Server) ทำหน้าที่รับข้อมูลจากผู้ใช้งานและแปลงเป็นชุดคำสั่งการทำงานเพื่อส่งไปยังชุดควบคุม (Controller)
 - ชุดควบคุม (Controller) ทำหน้าที่รับชุดคำสั่งเพื่อประมวลผลและแปลงเป็นสัญญาณไฟฟ้าเพื่อไปควบคุมการหมุนของมอเตอร์
 - ตัวจ่ายกระแสไฟฟ้า (Power Supply) ทำหน้าที่จ่ายกระแสไฟฟ้า
 - ตัวขับ (Driver) ทำหน้าที่จ่ายสัญญาณไฟฟ้าให้มอเตอร์ (Motor)
 - เอ็นโค้ดเดอร์ (Encoder) ทำหน้าที่อ่านตำแหน่งของมอเตอร์ที่แสดงมุมของการหมุนของข้อต่อ
 - มอเตอร์ (Motor) ทำหน้าที่หมุนข้อต่อ (Joint) ต่างๆของแขนกลตามชุดคำสั่งการทำงานของแขนกลที่ถูกโปรแกรมไว้ในโปรแกรมฝั่งแม่ข่าย

4. ขั้นตอนการใช้งาน

- 4.1 ผู้ใช้เข้าสู่ระบบอินเทอร์เน็ตและเปิดเว็บเบราว์เซอร์มายัง URL: <http://webbot.me.eng.kmutt.ac.th>
- 4.2 หลังจากนั้นผู้ใช้งานต้องทำการกรอกชื่อและอีเมลแอดเดรสก่อนเข้าสู่ระบบ
- 4.3 หลังจากนั้นกดปุ่ม Login ก็จะสามารถเข้าสู่หน้าที่ควบคุมแขนกลได้
- 4.4 ผู้ใช้ทำการเลือกตัวอักษรที่ต้องการโดยเลือกได้ไม่เกิน 5 ตัวอักษร
- 4.5 กดปุ่ม RUN หลังจากนั้นเครื่องลูกข่ายจะทำการส่งข้อมูลไปยังเครื่องแม่ข่ายเพื่อไปทำการคำนวณและสั่งแขนกลให้ทำการหยิบตัวอักษรที่เลือกไปเรียงตามต้องการในขณะเดียวกันเครื่องแม่ข่ายจะทำการส่งภาพการทำงานมายังเครื่องลูกข่ายเพื่อให้ผู้ใช้สามารถเห็นภาพการทำงานได้

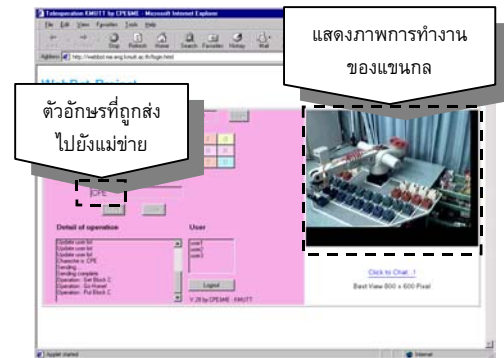
5. ผลของการทดสอบ

การดำเนินการทดลองเพื่อเก็บข้อมูลมีการออกแบบเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนที่ 1 ทดสอบผลการทำงานของระบบว่าเป็นไปตามเป้าหมายหรือไม่ และส่วนที่ 2 วัดจำนวนข้อมูลที่ได้รับและส่งระหว่างแม่ข่ายกับลูกข่าย

5.1 การทดสอบผลการการทำงานของระบบ

กรณีที่เมื่อผู้ใช้ที่เข้าระบบมาเป็นลำดับที่ 1 กดปุ่มเลือกตัวอักษรภายในเวลาที่กำหนดคือ 60 วินาที

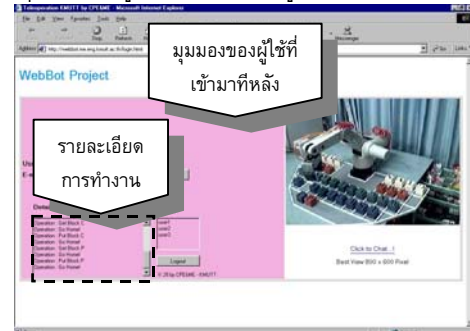
- มุมมองของผู้ใช้ลำดับที่ 1 (Operator)



รูปที่ 7 เว็บเบราว์เซอร์ของผู้ใช้ลำดับที่ 1

จากรูปที่ 7 เมื่อผู้ใช้ลำดับที่ 1 กดปุ่มเลือกตัวอักษรภายในเวลาที่กำหนดคือภายในเวลา 60 วินาทีแล้ว และกดปุ่ม RUN ทำให้ปุ่มตัวอักษรบนเว็บเบราว์เซอร์ไม่สามารถทำการกดได้อีก จากนั้นตัวอักษรที่เลือกจะถูกส่งไปยังโปรแกรมที่แม่ข่าย ที่ฝั่งแม่ข่ายก็จะรับข้อมูลและแปลงเป็นคำสั่งที่สามารถติดต่อกับคอนโทรลเลอร์ของแขนกลได้ จากนั้นแขนกลจะไปหยิบกล่องตัวอักษรตามที่ผู้ใช้ได้เลือก โดยผู้ใช้สามารถติดตามผลการทำงานของแขนกลได้จากสัญญาณภาพที่ถ่ายทอดจากฝั่งแม่ข่าย และสามารถดูคำสั่งการทำงานได้จากส่วนแสดงรายละเอียดการทำงาน

- มุมมองของผู้ใช้ลำดับที่ 2 และผู้ใช้ลำดับที่ 3 (Viewer)

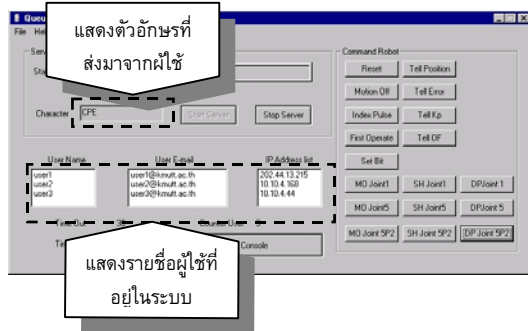


รูปที่ 8 เว็บเบราว์เซอร์ของผู้ใช้ลำดับที่ 2 และผู้ใช้ลำดับที่ 3

จากรูปที่ 8 ระหว่างที่ผู้ใช้ลำดับที่ 2 และผู้ใช้ลำดับที่ 3 รอการเลื่อนลำดับอยู่นั้นสามารถติดตามผลการทำงานของแขนกลได้จากสัญญาณภาพที่ถ่ายทอดจากฝั่งแม่ข่าย และสามารถดูรายละเอียดของการทำงานจากส่วนแสดงรายละเอียดการทำงาน ได้เช่นเดียวกับผู้ใช้ลำดับที่ 1

- มุมมองของแม่ข่าย

เมื่อผู้ใช้ลำดับที่ 1 กดปุ่มเพื่อเลือกตัวอักษรแล้ว ที่โปรแกรมฝั่งแม่ข่ายรับข้อมูลตัวอักษรนั้นตั้งรูปที่ 9 มาแปลงเป็นคำสั่งพิเศษที่ใช้ในการติดต่อกับคอนโทรลเลอร์ของแขนกล แล้วส่งคำสั่งนั้นไปยังคอนโทรลเลอร์ จากนั้นแขนกลจะไปหยิบตัวอักษรตามที่ผู้ใช้เลือกมาวางเรียง เมื่อวางเรียงตัวอักษรครบแล้ว แขนกลจะหยิบตัวอักษรเหล่านั้นกลับไปวางคืนยัง ณ ตำแหน่งเดิม เมื่อเสร็จสิ้นการทำงานแล้วผู้ใช้ลำดับที่ 1 จะถูกตัดการเชื่อมต่อจากแม่ข่ายทันที และผู้ใช้คนถัดไปจะเลื่อนลำดับมาแทน เพื่อทำการสั่งงานแขนกลต่อไป



รูปที่ 9 โปรแกรมฝั่งแม่ข่ายแม่ข่าย

5.2 การวัดจำนวนข้อมูลที่รับและส่งระหว่างแม่ข่ายกับลูกข่าย

การเก็บข้อมูลจะเป็นการเก็บอัตราการส่งข้อมูลจากลูกข่ายไปยังแม่ข่าย เมื่อลูกข่ายกดปุ่ม RUN เพื่อส่งข้อมูลตัวอักษรที่เลือกไปยังแม่ข่ายเพื่อควบคุมแขนกลไปหยิบตัวอักษรชุดนั้น โดยจำนวนตัวอักษรที่ลูกข่ายเลือกจะมีความยาวตั้งแต่ 1-5 ตัวอักษรต่อการส่ง 1 ชุด และข้อมูลที่เป็นสัญญาณภาพจะใช้ในการทดสอบการรับข้อมูลของลูกข่าย

ระบบที่ทำการเก็บข้อมูลมี 2 ระบบคือ การส่งข้อมูลในระบบเครือข่ายเดียวกัน หรือเรียกว่าระบบ LAN โดยทดสอบที่ศูนย์ปฏิบัติการพัฒนาหุ่นยนต์ภาคสนาม (FIBO) และระบบอินเทอร์เน็ตซึ่งทดสอบโดยติดต่อผ่านโมเด็มมายังมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 1 และตารางที่ 2 ตามลำดับ

ตารางที่ 1 แสดงการรับส่งข้อมูลในระบบ LAN

ระบบ Local Area Network (LAN) ที่ 10 เมกะบิตต่อวินาที			
จำนวนตัวอักษรที่เลือก	ข้อมูลที่เป็นตัวอักษร		ข้อมูลที่เป็นสัญญาณภาพ
	จำนวนข้อมูลที่ส่งทั้งหมด (ไบต์)	อัตราการส่งโดยเฉลี่ย (กิโลบิตต่อวินาที)	อัตราการรับโดยเฉลี่ย (กิโลบิตต่อวินาที)
1	113	0.01	1442
2	114	0.01	1039
3	115	0.01	1120
4	116	0.01	993
5	117	0.01	1233

การรับส่งข้อมูลระหว่างแม่ข่ายกับลูกข่ายในระบบ LAN เกิดความล่าช้าของข้อมูลประมาณ 1-2 วินาที

ตารางที่ 2 แสดงการรับส่งข้อมูลในระบบอินเทอร์เน็ต

ระบบอินเทอร์เน็ตโดยผ่านโมเด็มที่ 56 กิโลบิตต่อวินาที			
จำนวนตัวอักษรที่เลือก	ข้อมูลที่เป็นตัวอักษร		ข้อมูลที่เป็นสัญญาณภาพ
	จำนวนข้อมูลที่ส่งทั้งหมด (ไบต์)	อัตราการส่งโดยเฉลี่ย (กิโลบิตต่อวินาที)	อัตราการรับโดยเฉลี่ย (กิโลบิตต่อวินาที)
1	113	0.01	26
2	114	0.01	40
3	115	0.01	42
4	116	0.01	26
5	117	0.01	42

การรับส่งข้อมูลระหว่างแม่ข่ายกับลูกข่ายในระบบอินเทอร์เน็ตเกิดความล่าช้าของข้อมูลประมาณ 3-5 วินาที

6. ข้อสรุปและข้อเสนอแนะ

จากการทดลอง การควบคุมแขนกลจะต้องมีการจัดลำดับของผู้ใช้ในกรณีที่มีผู้ต้องการใช้ระบบตั้งแต่หนึ่งคนขึ้นไป เมื่อคนที่เข้าระบบเป็นคนแรกจะได้สั่งงานแขนกลก่อน และคนที่เข้าระบบมาเป็นคนที่ 2 และ 3 ก็จะสามารถสั่งงานเป็นคนที่ 2 และ 3 ตามลำดับ โดยมีระบบจัดการลำดับคิวของผู้ใช้ที่โปรแกรมฝั่งแม่ข่าย ในกรณีที่ผู้ใช้คนที่ 2 ออกจากระบบ แม่ข่ายจะทำการเลื่อนลำดับคิวของคนที่ 3 มาเป็นคนที่ 2 แทนและสามารถให้ผู้ใช้คนอื่นเข้ามารอในระบบเป็นคนที่ 3 ได้ โดยเป็นไปตามหลักการของคิว (Queue) เมื่อผู้ใช้คนที่ 1 กดปุ่มเลือกตัวอักษรเพื่อส่งไปให้แขนกลนำมาวางเรียงกันแล้ว โปรแกรมฝั่งแม่ข่ายจะรับตัวอักษรมาแปลงเป็นคำสั่งในรูปแบบที่สามารถติดต่อกับคอนโทรลเลอร์ของแขนกลได้และส่งรหัสคำสั่งนั้นไปยังคอนโทรลเลอร์แขนกล ซึ่งแขนกลจะทำงานตามคำสั่งเพื่อไปหยิบตัวอักษรมาวางเรียง

เมื่อแม่ข่ายรับข้อมูลตัวอักษรที่ส่งมาจากลูกข่ายแล้ว หรือขณะที่แขนกลกำลังทำงานอยู่นั้นแม่ข่ายสามารถรับการเชื่อมต่อจากลูกข่ายคนอื่น ๆ ได้อีก ในทำนองเดียวกันกับการทำงานของฝั่งลูกข่าย คือ ผู้ใช้สามารถสั่งงานควบคุมแขนกลไปพร้อมกับการรับข้อมูลจากฝั่งแม่ข่ายได้ ซึ่งการทำงานของทั้ง 2 ฝั่งจะเป็นไปตามหลักการของ Multitasking

จากการทดสอบอัตราการรับข้อมูลสัญญาณภาพของลูกข่ายพบว่าขนาดข้อมูลที่รับจะขึ้นอยู่กับประเภทของระบบเครือข่ายที่ใช้ติดต่อกันระหว่างลูกข่ายกับแม่ข่าย โดยกรณีที่เป็นระบบเครือข่าย LAN อัตราการรับข้อมูลสูงกว่าระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่ต่อเข้ากับโมเด็ม 56Kbps ส่วนการส่งข้อมูลของตัวอักษรจะมีขนาดขึ้นกับจำนวนตัวอักษร

ข้อสำคัญที่ควรคำนึงถึงสำหรับการควบคุมอุปกรณ์ผ่านอินเทอร์เน็ตนั้น คือความล่าช้าในการส่งข้อมูลประเภทสัญญาณภาพ

ทำให้สัญญาณภาพที่ปรากฏบนเว็บเบราว์เซอร์ของผู้ใช้กับการทำงานจริงไม่สัมพันธ์กัน แต่ถ้ามีอัตราการส่งข้อมูลที่เร็วก็อาจจะแก้ปัญหาความล่าช้าของข้อมูลได้ ทำให้สัญญาณภาพที่ได้ไม่เกิดการกระตุก

7. แนวทางในการพัฒนาในการประยุกต์

โครงการนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการควบคุมอุปกรณ์ต่างๆ ในโรงงานอุตสาหกรรม ที่มีการตอบสนองการทำงานของอุปกรณ์ต่อผู้ใช้คือ มีการถ่ายทอดสัญญาณภาพเพื่อให้ผู้ใช้สามารถติดตามการทำงานของอุปกรณ์ได้ หรือผู้ใช้สามารถที่จะเลือกคุณลักษณะของชิ้นงานที่จะประกอบขึ้นมาได้ โดยการสั่งงานผ่านอินเทอร์เน็ตที่ไม่มี ความยุ่งยากในการป้อนอินพุต ผู้ใช้ไม่จำเป็นต้องมีความรู้เกี่ยวกับหุ่นยนต์ก็สามารถทำการควบคุมได้ หรือสามารถนำไปประยุกต์ใช้ใน ระบบการผลิตที่มีความยืดหยุ่นได้ ผู้ใช้สามารถระบุ และตรวจสอบ รายละเอียดของการผลิตจากระยะไกลได้อย่างง่ายดาย ยิ่งไปกว่านั้น ระบบนี้ยังรองรับการเชื่อมต่อของเครื่องมากกว่า 1 เครื่องชาย หรือ การเชื่อมต่อจากผู้ใช้มากกว่า 1 คน

โครงการนี้ควรจะได้รับการปรับปรุงและพัฒนาต่อไปเพื่อให้สามารถควบคุมการทำงานได้หลายประเภท หรือสามารถตรวจสอบความผิดพลาดที่เกิดจากการทำงานของแขนกลและแก้ไขข้อบกพร่องนั้นได้ หรือเรียกว่าแบบ Closed-loop Control ตัวอย่างเช่น จากการจับภาพการเคลื่อนที่ของแขนกล เมื่อเกิดการเคลื่อนที่ผิดพลาดไปจากตำแหน่งที่ต้องการแล้ว โปรแกรมแม่ข่ายสามารถตรวจจับข้อผิดพลาดนั้นและส่งให้หุ่นยนต์มีการทำงานที่ถูกต้องได้

เอกสารอ้างอิง

- [1] ดัน ดันท์สุทธีวงศ์, สุพจน์ ปุณณชัยยะ, สุวัฒน์ ปุณณชัยยะ, "เปิดโลกของ TCP/IP และโปรโตคอลของอินเทอร์เน็ต", โปรวิชั่น, พ.ศ.2543, หน้า 24-37
- [2] บุญเจริญ ศิริเนาวกุล ผศ.ดร. ,พิพัฒน์ ศุภศิริสันต์, "ทฤษฎีโครงสร้างข้อมูล และอัลกอริธึม", พิมพ์ครั้งที่ 2, พ.ศ.2540, หน้า 31-52, 66-69
- [3] นิรุช อำนวยศิลป์, "คู่มือการเขียนโปรแกรม Microsoft Visual C++ Version 6.0", ชัคเซสมิเดีย, พ.ศ.2542
- [4] กิตติ ภัคดีวิวัฒน์กุล, "JAVA ฉบับโปรแกรมเมอร์", ไทยเจริญการพิมพ์, พ.ศ.2542
- [5] MSDN Library Visual Studio 6.0
- [6] Cornell G. and HorstMann C.S., "Core JAVA Volume 1-Fundamentals", Prentice Hall,1997
- [7] Cornell G. and HorstMann C.S., "Core JAVA Volume 2-Fundamentals", Prentice Hall, 1998
- [8] Deitel H.M. and Deitel P.J., "JAVA How to program: 2nd Ed.", Prentice Hall, 1998
- [9] Networking with MFC and Java:
<http://home.das-netz.de/pat/index.asp>
- [10] Java tutorial: <http://java.sun.com>