

## การมองเห็นภาพ 3 มิติผ่านการควบคุมระยะไกลโดยใช้เทคนิคสเตอริโอโคปิก 3 มิติ แบบเรียลไทม์สำหรับตาหุ่นยนต์

### Real-time 3D Vision via Remote Control Site using Stereoscopic Technique for Robot Eyes

สายันท์ บุญกว้าง<sup>1</sup>, พิรพัฒน์ ชูติมาโยธินกุล<sup>2</sup>, สายัญญ์ สายยศ<sup>3</sup>

ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น 123 ถนนมิตรภาพ อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น 40002

<sup>1</sup> sainatee@kkumail.com

<sup>2</sup> pirapat.c@kkumail.com.com

<sup>3</sup> saiyan@kku.ac.th

#### บทคัดย่อ

ในการควบคุมระยะไกลการมองเห็นของหุ่นยนต์ก็ยังเป็นภาพ 2 มิติทำให้การควบคุมมีประสิทธิภาพไม่เพียงพอเนื่องจากไม่สามารถมองเห็นความลึกของภาพได้ งานวิจัยนี้มุ่งนำเสนอระบบการมองเห็นภาพ 3 มิติผ่านการควบคุมระยะไกลโดยใช้เทคนิคสเตอริโอโคปิก 3 มิติ (3D Stereoscopic) แบบเรียลไทม์สำหรับตาหุ่นยนต์ ที่เน้นการส่งภาพ 3 มิติผ่านและควบคุมผ่านระยะไกล จากการมองผ่านกล้อง 2 ตัวเพื่อที่จะสามารถรับชมภาพเสมือนอยู่ในสถานที่จริงได้ การแสดงภาพโดยเทคนิคสเตอริโอโคปิก 3 มิติแบบเรียลไทม์นั้น มีข้อได้เปรียบหลายประการจากการแสดงภาพที่สามารถมองเห็นระยะลึกสัมผัสและการมองเห็นเสมือนจริง (Virtual Reality) กับจอร์รับภาพเสมือนกับการมองเห็นของมนุษย์โดยสามารถควบคุมได้จากระยะไกล จากการทดสอบพบว่ามีความล่าช้าในการควบคุมน้อยมาก และมีความล่าช้าในการประมวลผลภาพ 7.4% เมื่อเทียบกับเวลาเฉลี่ยของการควบคุม และทดสอบจากผู้รับชมภาพ 10 คน ทุกคนยืนยันการรับชมได้ภาพ 3 มิติได้ชัดเจนเพื่อที่จะทำไปประยุกต์ใช้ในการมองเห็นที่ต้องการความแม่นยำเช่น การหยิบของใช้ในบ้าน การกู้ระเบิดในสามจังหวัดชายแดนภาคใต้ และการเข้าถึงพื้นแผ่นดินไหว โดยมนุษย์ไม่ต้องเสี่ยงต่อความสูญเสียชีวิต

คำสำคัญ: สเตอริโอโคปิก, การส่งภาพ 3 มิติ, การควบคุมระยะไกล

#### Abstract

The remote vision of a rescue robot is still two-dimensional (2D) vision, that is not so efficient because it cannot see the depth of the image. This paper present the real-time three-dimensional (3D) vision via remote control site by using stereoscopic technique for robot eyes. A 3D images will be sent and control from a far distance by looking through the two cameras, this will make it feels like watching in the virtual reality. Displaying images by real-time 3D stereoscopic technique have several advantages of visualization because the image can be seen depth and virtuality. Thus, the monitor will be presented as the robot eyes in which can be controlled remotely. The experiment showed that there was a delay in a little more control and testing of the 10 people confirmed audience to watch 3D images clearly. And a delay in

processing an average of 7.4% compared to the control. The proposed technique can be applied for the visibility that need to be precise such as grabbing stuffs, recovery of explosives, and rescuing human from an earthquakes, so that human doesn't have to risk his life.

Keywords: Stereoscopic, Real-time 3D Vision, Remote control

#### 1. บทนำ

ปัจจุบันมีการพัฒนาเทคโนโลยีในหุ่นยนต์ โดยมีการพัฒนาให้หุ่นยนต์มีลักษณะคล้ายมนุษย์มากขึ้นเพื่อเป็นเครื่องทุ่นแรงในการทำงานหุ่นยนต์จำเป็นต้องอาศัยการมองเห็นในการเดินทางไปยังทิศทางต่างๆ ซึ่งจะใช้ระบบเซนเซอร์โดยระบบเซนเซอร์ที่ทำงานเสมือนอวัยวะในร่างกายของมนุษย์ ซึ่งเซนเซอร์ส่วนมากจะทำงานตามหน้าที่ของตนเพียงอย่างเดียว โดยไม่สามารถรับรู้ข้อมูลที่ซับซ้อนและประสานงานร่วมกับการทำงานอื่นได้ ซึ่งปัจจุบันได้มีการแก้ปัญหาโดยการนำกล้องประเภทเว็บแคม (Webcam) ใดๆก็ตามระบบที่กล่าวมาข้างต้นยังไม่ครอบคลุมและยืดหยุ่นได้เหมือนการทำงานของมนุษย์ เนื่องจากภาพที่ได้ยังไม่มีความแม่นยำในการมองเห็นเพราะเป็นภาพ 2 มิติ งานวิจัยนี้จึงได้ถูกพัฒนาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพให้มีความคล้ายคลึงกับมนุษย์มากที่สุด ในด้านการมองเห็นแบบใหม่ที่เป็นระบบภาพ 3 มิติและสามารถควบคุมการมองเห็นผ่านระยะไกลผ่านเครือข่ายแบบเรียลไทม์ ซึ่งยังไม่เคยถูกนำเสนอมาก่อน งานวิจัยนี้ได้นำเสนอวิธีการมองเห็นที่รับชมภาพเป็นระบบ 3 มิติและสามารถควบคุมผ่านระยะไกลแบบใหม่โดยเริ่มจัดทำตั้งแต่ศึกษาหลักการออกแบบส่วนประกอบต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นการมองเห็นของกล้องแบบสเตอริโอ การประมวลผลภาพโดยใช้เทคนิคสเตอริโอโคปิก 3 มิติ [1] โดยใช้ภาพแบบ Side By Side คือการจับภาพจากกล้องเว็บแคมในเวลาเดียวกันมาต่อกัน และการควบคุมระยะไกลแบบเรียลไทม์โดยแบ่งเป็นส่วนของการควบคุมกับส่วนฝั่งหุ่นยนต์ ส่วนฝั่งหุ่นยนต์จะรอรับคำสั่งการควบคุมไปยังบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์อาดูโน (Arduino Microcontroller) และส่งภาพไปแสดงผลผ่านจอ 3 มิติแบบพาสซีฟ (Passive) ผ่านแว่นตาแบบโพลาไรซ์ (Polarized) [2,3] จากการทดลองประสิทธิภาพการทำงาน ซึ่งได้รับผลลัพธ์ที่น่าพึงพอใจ ภาพที่ได้มีความลึก [3,4] เสมือนเข้าไปอยู่ในสถานที่จริงและควบคุมได้ตามความต้องการและจากการพัฒนาระบบ

การมองเห็นของหุ่นยนต์สามารถนำไปพัฒนาให้มีการประสานงานร่วมกันกับส่วนประกอบอื่นๆของหุ่นยนต์ ช่วยแบ่งเบาภาระของมนุษย์ในงานบ้านหรือช่วยในการเข้าถึงพื้นที่อันตรายเช่นการเก็บกู้วัตถุระเบิดได้

งานวิจัย [5] ได้ออกแบบการมองเห็นของหัวหุ่นยนต์ PTV (Pan-Tilt-Verge vision system) หัวหุ่น PTV ประกอบด้วยกล้องสี่แบบซีซีดี (CCD) จำนวน 2 ตัวทำหน้าที่เป็นตัวของหุ่นยนต์กล้องดังกล่าวได้รับการติดตั้งอยู่บนโครงสร้างแบบ 4 มุมอิสระต่างๆ ซึ่งการขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ต่างๆของหุ่นยนต์นี้อาศัยมอเตอร์เซอร์โวล์และแสดงจำนวน 4 ตัว ซึ่งจะใช้การประมวลผลภาพแบบสเตอริโอแอคทีฟ ข้อเสียในการมองเห็นคือแว่นที่ใช้จะต้องมีความถี่ที่สูงเพื่อที่สลับภาพต่างกับระบบที่เป็นสเตอริโอโคปิค ในส่วนการควบคุมยังไม่สามารถควบคุมผ่านระยะไกลได้และแสดงผลภาพที่เป็นระบบ 3 มิติได้ ทำให้ไม่สามารถนำมาวัดประสิทธิภาพกับงานวิจัยที่นำเสนอได้

งานวิจัย [6] เน้นการตรวจจับวัตถุด้วยกล้องจำนวน 2 ตัว ในการหาตำแหน่งและการประมาณระยะทางจากตัวกล้องจนถึงวัตถุที่สนใจเพื่อที่จะสามารถทราบค่าความห่างระหว่างวัตถุกับกล้องได้ และการแสดงภาพโดยเทคนิคสเตอริโอโคปิค 3 มิติ มีข้อเสียคือภาพ 3 มิติที่แสดงผลยังเป็นไม่เป็นระบบแบบเรียลไทม์ ทำให้ขาดความต่อเนื่องในการควบคุม และยังไม่สามารถควบคุมผ่านระยะไกลได้ จากที่กล่าวมาข้างต้น งานวิจัยนี้จึงได้เข้ามาแก้ปัญหาจุดอ่อนของงานวิจัยที่ทำขึ้นมาก่อนหน้านี้ และพัฒนาต่อไปดียิ่งขึ้น

## 2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

จากกฎพื้นฐานของกลไกร่างกายมนุษย์ บอกกับเราว่าตาของมนุษย์สามารถมองเห็นภาพเป็น 3 มิติเพราะว่า ตาของเราสองข้างจะแยกการมองวัตถุออกจากกันในแนวนอน ดังนั้นภาพที่ตาแต่ละข้างเห็นจะแตกต่างกัน ซึ่งความแตกต่างหรือการแยกออกจากกันนี้เองที่ทำให้เรามองเห็นวัตถุที่มีความลึกลงไปได้ และนี่เองที่เป็นหลักการของการทำภาพ 3 มิติ “เมื่อตาของเรามองเห็นภาพสองภาพจากมุมที่ต่างกัน ทำให้เรามองเห็นเป็นภาพ 3 มิติเสมือนจริง”

### 2.1 หลักการสเตอริโอวิชั่นของการมองภาพสองตา

หลักการมองภาพสองตาเป็นวิธีการจำลองการมองของตาซ้ายและตาขวาของมนุษย์มาเป็นภาพสองภาพ คือ ภาพที่มาจากตาซ้ายและภาพที่มาจากตาขวา เพื่อนำมาคำนวณหาความห่างระหว่างภาพสองภาพหรือค่าความลึกแล้วนำค่าระยะห่างระหว่างพิกเซล [9] ที่ได้มาเป็นค่าในการตัดสินใจว่า ระยะห่างระหว่างวัตถุและกล้องมีค่าเท่าไร

### 2.2 วิธีการมองภาพ

ในส่วนของการมองภาพ 3 มิติโดยใช้เทคนิคสเตอริโอโคปิค งานวิจัยนี้ต้องการนำเสนอคือการมองภาพโดยใช้อุปกรณ์ช่วยในการมองเพื่อให้ภาพที่มองเห็นสามารถแสดงผลออกมาในระบบ 3 มิติ โดยเรา

เลือกใช้เทคนิคการมองโดยใช้แว่นแบบโพลาริซ ผ่านจอแสดงภาพ 3 มิติ

#### 2.2.1 Polarization Stereoscope

เป็นการกรองแสงแบบโพลาริซ ยังคงสีของภาพได้อย่างเป็นธรรมชาติ ทำได้โดยการนำภาพ Stereo 2 ภาพ ซึ่งเป็นภาพของจาวาและตาซ้าย มาซ้อนทับกัน การดูภาพให้สมจริงต้องประกอบด้วยอุปกรณ์ฉายภาพ (Projector) สองตัว ซึ่งแต่ละตัวจะติดตั้งแผ่นกรองแสงแบบโพลาริซ แต่จะติดตั้งในแนวตั้งฉากกัน ผู้ชมจะต้องสวมแว่นตาแบบโพลาริซด้วย ซึ่งจะมีแผ่นฟิล์มโพลาริซที่ติดตั้งอยู่ ทำให้ตาแต่ละข้างสามารถมองเห็นภาพในแต่ละข้างนั้นๆได้ สมองจะแปลผลภาพให้เป็นเหมือน 3 มิติ สำหรับวิธีนี้จะต้องใช้จอรับภาพแบบ Nondepolarizing เพื่อให้แสงที่สะท้อนจากจอรับภาพไปยังผู้ชม ยังคงเห็นเป็นแบบโพลาริซ [10] วิธีการดังกล่าว มีข้อดี คือ สามารถหาอุปกรณ์ได้ง่าย แว่นตามีราคาถูก และให้ภาพแบบ 3 มิติที่ชัดเจนสมจริง และคงสีธรรมชาติไว้ด้วย การใช้แว่นตาแบบโพลาริซที่ใช้เทคนิคการซ้อนภาพด้วยช่องของการมองเห็นที่ไม่เหมือนกัน ทำให้แว่นตาทั้งสองข้างมองเห็นภาพที่ปรากฏบนจอคนละภาพพร้อมกัน ปัจจุบันมีการพัฒนาจอภาพแบบ 3 มิติ มาใช้งาน ซึ่งงานวิจัยนี้ได้นำมาใช้ โดยเป็นจอยี่ห้อ LG FLATRON รุ่น D2342 เป็นจอ LG Cinema 3D [1]

#### 2.2.2 เทคนิคของจอแสดงภาพ 3 มิติ

เทคโนโลยีการแสดงผลภาพ 3 มิติ มีหลายวิธีแต่พื้นฐานหลักของการมองภาพ 3 มิติ นั้นคือ การแบ่งภาพออกเป็น ภาพสำหรับตาซ้าย และตาขวา โดยเริ่มแรกมีการใช้เทคโนโลยี Anaglyph ซึ่งก็คือการใช้แว่นตาที่เป็นกระจกโปร่งใสสีแดงและอีกข้างเป็นสีเขียว ต่อมาได้มีการประยุกต์เทคนิคการหักเหของแสงโดยการฉายภาพด้วยเครื่องฉาย 2 เครื่องที่มีโพลาริซตั้งฉากกัน ลงบนฉากรับภาพเดียวกันซึ่งต้องใช้ แว่นตาแบบโพลาริซ ที่มีกระจกโพลาริซฟิวเตอร์ (Filter) ตั้งฉากกัน 2 ข้าง

#### 2.2.3 สเตอริโอโคปิค 3 มิติ

คือเทคนิคใดก็ได้ที่สามารถเก็บข้อมูลภาพเป็น 3 มิติ ให้เห็นความลึกของภาพนั้นได้ การสร้างภาพนั้น ต้องมีภาวะความลึกตา โดยทำภาพเป็นสองภาพ ให้มีลักษณะต่างกันเล็กน้อยแก่ตาแต่ละข้าง การแสดงผลภาพแบบสเตอริโอโคปิคมีข้อได้เปรียบ จากการแสดงระยะลึกสัมพันธ์กับจอภาพเป็นการขยายขอบเขตของการนำเสนอซึ่งจะทำให้ผู้ชมได้รับรู้มิติความลึกที่ดีขึ้นและทำให้ข้อมูลภาพที่นำเสนอมีคุณค่ามากขึ้นกว่าเดิมเป้าหมายของระบบการแสดงผลภาพแบบสเตอริโอโคปิค จำเป็นต้องรักษาคุณภาพของภาพส่วนต่างๆไว้ ได้แก่ ความสว่าง ความละเอียดสูง สีครบถ้วน อัตราเฟรม และการรบกวนกัน (Crosstalk) ระหว่างสองมุมมองที่อยู่ในระยะวัตถุต่ำ เพื่อลดภาพซ้อน (Ghosting) [7,8] ในการบันทึกภาพเพื่อการสร้างภาพดังกล่าว ทำได้โดยการถ่ายภาพ 2 ตัว หรือกล้องแบบสเตอริโอที่สามารถบันทึกภาพจากสองมุมมองได้ในเวลาเดียวกัน

### 2.3 การส่งข้อมูลผ่านระบบเครือข่าย (Network)

ในการส่งข้อมูลภาพและการควบคุม จากอาคัยระบบเครือข่ายในการส่งเพื่อการติดต่อสื่อสาร โดยอาศัยโปรโตคอลที่ซีพีไอพี (TCP/IP) ในการสื่อสารเพื่อที่จะได้รับข้อมูลที่ครบถ้วน เนื่องจากโปรโตคอลที่ซีพีไอพีมีคุณสมบัติในการตรวจสอบการรับ-ส่งข้อมูล โดยข้อมูลที่ส่งไปจะมีการยืนยันเมื่อข้อมูลถึงผู้รับแล้ว [11]

### 3. การออกแบบระบบ

การมองเห็นภาพ 3 มิติผ่านการควบคุมระยะไกลโดยใช้เทคนิคสเตอริโอสโคปิก 3 มิติแบบเรียลไทม์สำหรับตาหุ่นยนต์ในภาพรวมแบ่งออกเป็น 2 ส่วนหลักคือ ส่วนของฝั่งหุ่นยนต์ และส่วนฝั่งควบคุมระยะไกล ซึ่งในส่วนของการวิจัยนี้จะเน้นที่การส่งภาพในระบบเรียลไทม์ และควบคุมผ่านระยะไกลเป็นหลัก จะแสดงให้เห็นในรูปที่ 1

#### 3.1 ฝั่งหุ่นยนต์

จะมีหน้าที่หลักอยู่ 2 ส่วน คือ ส่วนที่ประมวลผลภาพ และส่วนของชุดควบคุมการหมุนกลองรับคำสั่งควบคุมการหมุนจากระยะไกลโดยผ่านโปรโตคอลที่ซีพีไอพี

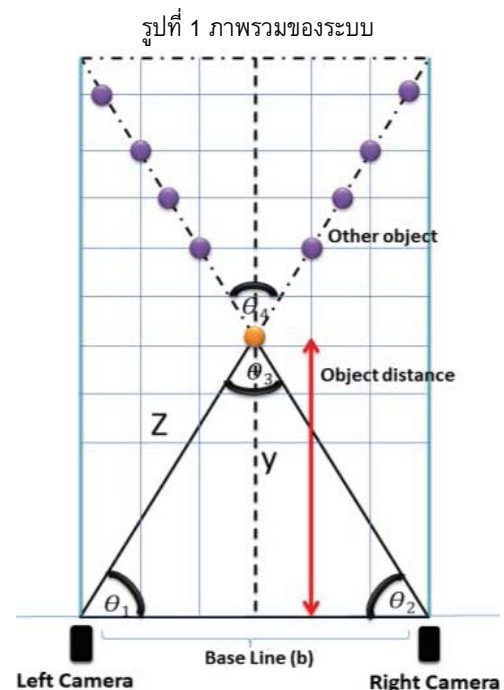
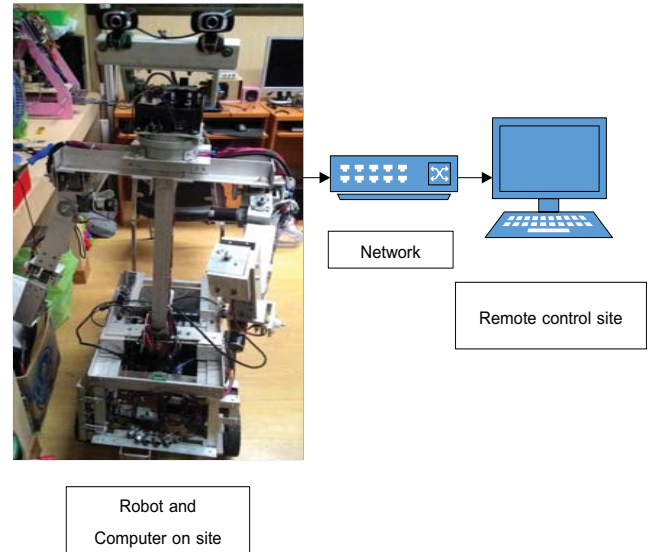
##### 3.1.1 ประมวลผลภาพ

ส่วนประมวลผลภาพและส่งภาพการวางกล้องแบบสเตอริโอทั้งกล้องยังมีขนาดเล็ก น้ำหนักเบา และเหมาะสมกับขนาดของตัวหุ่นยนต์ งานวิจัยนี้จึงได้นำกล้องแบบเว็บแคมมาใช้งาน และออกแบบโครงสร้างการมองเห็นของกล้อง การมองเห็นของกล้องทั้ง 2 ตัว คือ กล้องซ้าย (Left Camera) และกล้องขวา (Right Camera) ซึ่งกล้องทั้ง 2 ตัวข้างต้นเราสามารถกำหนดมุมมองของกล้องเองได้ และกำหนดจุดโฟกัสเองโดยกำหนดจุดโฟกัสไว้ที่ 2 เมตร สิ่งที่สำคัญในการกำหนดจุดโฟกัสก็คือต้องกำหนดให้กล้องโฟกัสวัตถุในจุดเดียวกันเท่านั้นซึ่งจะทำให้เกิดระยะห่างระหว่างกล้องไปยังวัตถุที่โฟกัส เช่น กล้องซ้ายและกล้องขวาท่างกัน 14 เซนติเมตร [6] ทำมุม  $\theta_1 \theta_2$  ได้ 87.9955 องศา ในรูปที่ 2

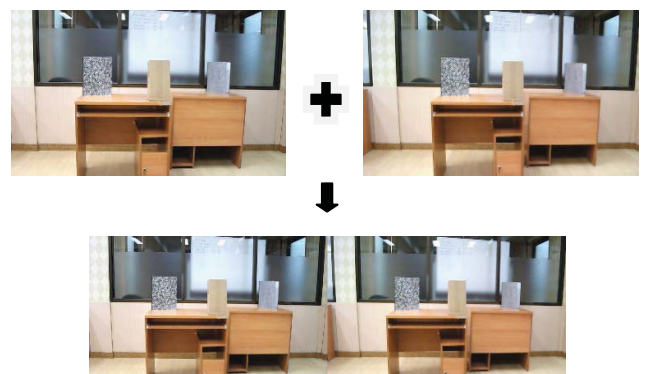
การประมวลผลภาพจะรับภาพจากกล้อง 2 ตัวมา แล้วทำการจับภาพจากกล้องซ้ายและภาพกล้องขวาในเวลาเดียวกัน แล้วนำภาพที่ได้มาประมวลผลเป็นภาพแบบ Side by Side แล้วส่งจากเครื่องฝั่งหุ่นยนต์ไปยังเครื่องฝั่งของควบคุมระยะไกล

การประมวลผลภาพ Side by Side จากรูปที่ 3 เนื่องจากข้อมูลภาพที่รับเข้ามาเป็นอาร์เรย์ 3 มิติ แล้วนำอาร์เรย์มาต่อกันเป็นแนวนอน จะได้เป็นข้อมูลภาพที่เป็นแนวนอนแนวกว้าง x ที่มีความกว้างเพิ่มเป็น 2 เท่า ทำให้ได้ภาพใหม่ที่เป็นแบบ Side By Side ออกมา

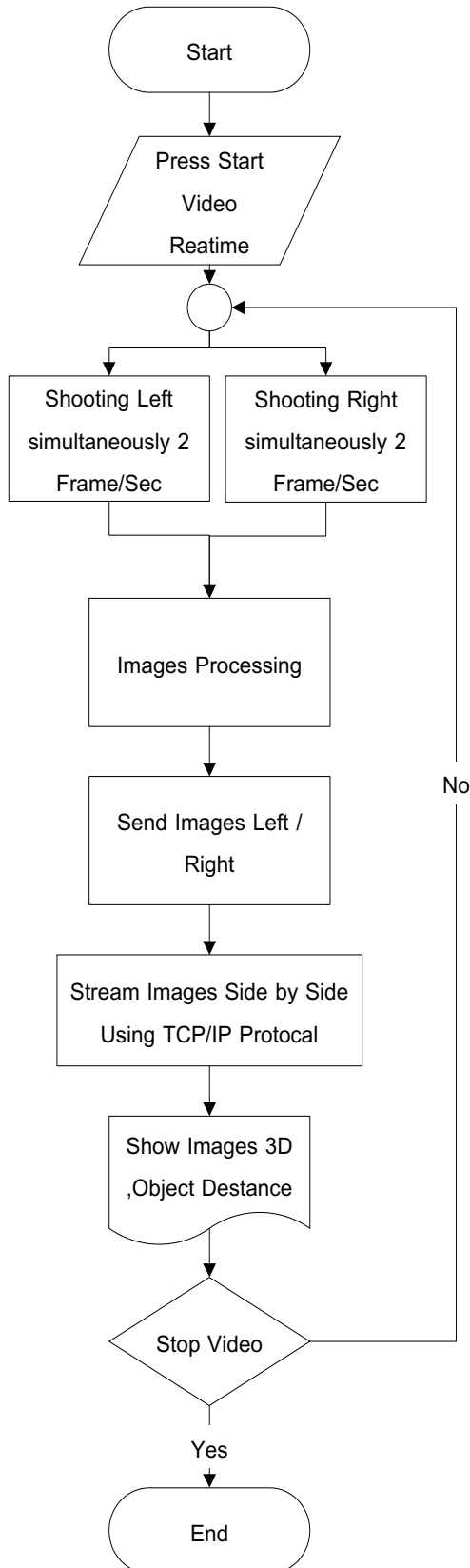
รูปที่ 4 จะเป็นกระบวนการประมวลผลภาพและส่งภาพ โดยจะเริ่มจากการรับภาพจากกล้อง Webcam มาทำการประมวลผลภาพให้เป็นแบบ Side By Side โดยการรวมภาพจากกล้องซ้ายและกล้องขวามารวมกันจะได้ภาพ Side By Side



รูปที่ 2 โครงสร้างการมองเห็นของกล้องทั้ง 2 ตัว



รูปที่ 3 การประมวลผลภาพแบบ Side By Side

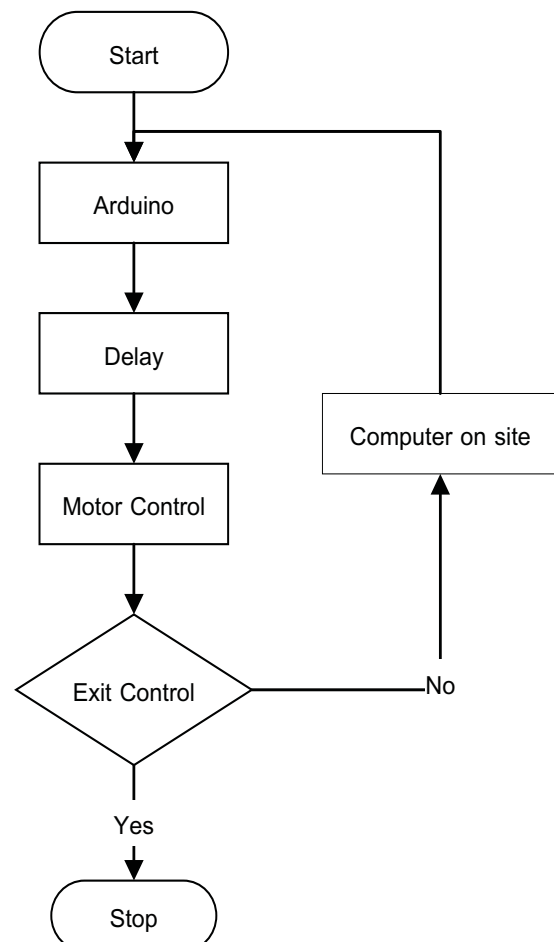


รูปที่ 4 ขั้นตอนการประมวลผลภาพแบบ Side By Side

### 3.1.2 ชุดควบคุมการหมุนกล้อง

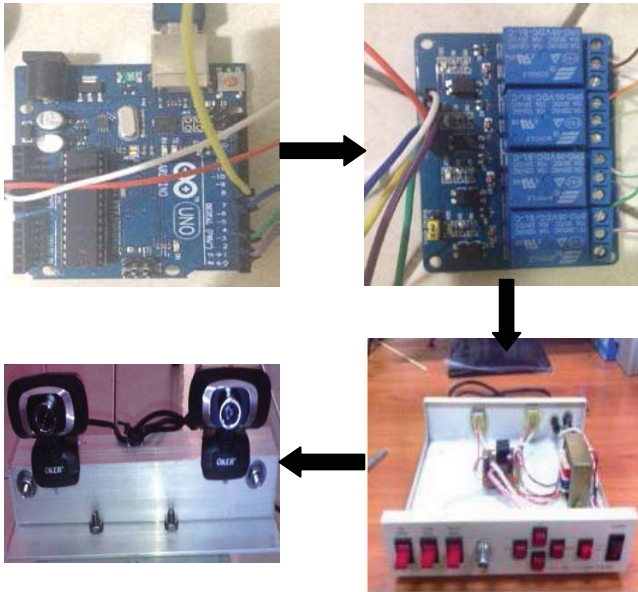
ส่วนของชุดควบคุมการหมุนกล้องรับคำสั่งควบคุมการหมุนจากระยะไกลโดยผ่านโปรโตคอลที่ซีพีไอพี โดยจะมีชุดมอเตอร์สาย กัมเมย กล้อง มุมสาย 355 องศา มุมก้ม 60 องศา เพื่อใช้ในส่วนที่เป็นการสาย และการกัมเมยสำหรับตาหุ่นยนต์ ต่อเข้ากับชุดกล้องกล้องควบคุม 301C มีหน้าที่ควบคุมและจ่ายไฟกระแสตรง 24 โวลต์ เข้ามอเตอร์การหมุนซ้าย ขวา มุมก้ม มุมเมย โดยจะทำงานควบคุมไปพร้อมกับโมดูลรีเลย์ (Delay) 4 ช่องแบบมี OPTO มีหน้าที่เป็นสวิทช์ควบคุมกล้องควบคุม 301C โดยส่งงานผ่านไมโครคอนโทรลเลอร์อาดูโน (Arduino Microcontroller) โดยไมโครคอนโทรลเลอร์อาดูโน จะอ่านคำสั่งจากฝั่งความคุมระยะไกล จะมีโครงสร้างในรูปที่ 5

ในการควบคุมเครื่องฝั่งหุ่นยนต์จะรับคำสั่งจากเครื่องฝั่งควบคุมระยะไกลผ่านโปรโตคอลที่ซีพีไอพีมา ก่อนที่จะนำค่าที่ได้รับมาส่งงานผ่านโดยส่งงานผ่านไมโครคอนโทรลเลอร์อาดูโน ผ่านสายอนุกรมชนิดยูเอสบี (USB Serial Port) โดยมีรูปแบบการติดตั้งอุปกรณ์ ดังรูปที่ 6

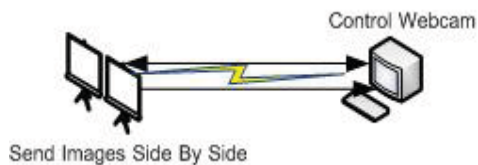


รูปที่ 5 โครงสร้างอุปกรณ์การของชุดควบคุมการหมุนกล้อง





รูปที่ 6 อุปกรณ์การของชุดควบคุมการหมุนกลิ้ง



รูปที่ 7 โครงสร้างส่วนของระบบเครือข่าย

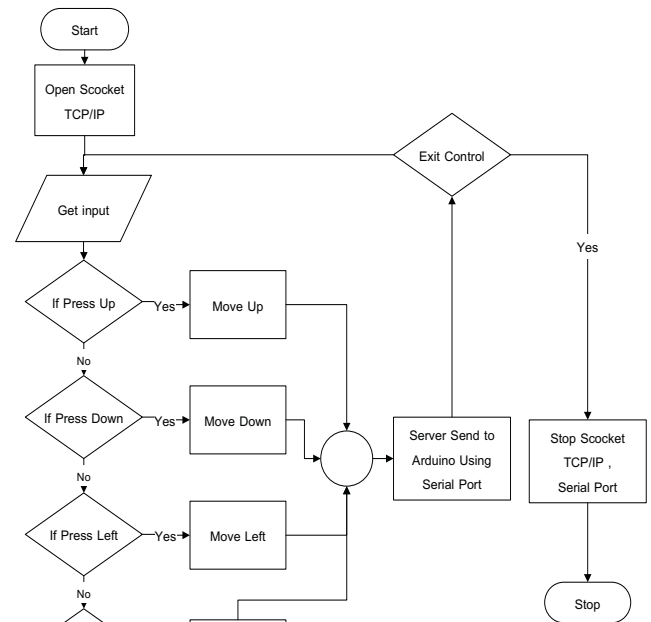
ในการควบคุมระยะไกลจะอาศัยระบบเครือข่าย ซึ่งเป็นที่ในการรับส่งข้อมูลระหว่างเครื่องฝั่งของหุ่นยนต์การเครื่องฝั่งของควบคุมระยะไกล โดยอาศัยโปรโตคอลที่ซีพีไอพี ในการรับส่งภาพจากเครื่องฝั่งของหุ่นยนต์ไปยังเครื่องฝั่งของควบคุมระยะไกล และคำสั่งควบคุมจากเครื่องฝั่งของควบคุมระยะไกลไปยังเครื่องฝั่งของหุ่นยนต์ ดังรูปที่ 7,8 จะเป็นการส่งข้อมูลไปยังเครื่องควบคุมโดยจากส่งข้อมูลภาพ Side By Side จากเครื่องฝั่งหุ่นยนต์ไปยังเครื่องควบคุม และรอรับคำสั่งการควบคุม เช่น การสั่งหุ่นยนต์ให้หมุนซ้าย (Move Left) การสั่งหุ่นยนต์ให้หมุนขวา (Move Right) การสั่งหุ่นยนต์ให้เงยขึ้น (Move Up) การสั่งหุ่นยนต์ให้เงยลง (Move Down) จากเครื่องควบคุม โดยจะมีขั้นตอนการรับดังรูปที่ 9

### 3.2 ฝั่งควบคุมระยะไกล

ส่วนของฝั่งควบคุมระยะไกลจะมีหน้าที่รับภาพที่เป็น Side By Side มาแสดงผ่านจอภาพ 3 มิติ แบบพาสดิจิทัล และส่วนของการควบคุมการหมุนโดยผู้ใช้งาน



รูปที่ 8 ภาพ Side By Side บนจอ 3 มิติและควบคุมระยะไกล



รูปที่ 9 โครงสร้างการสั่งงานผ่านไมโครคอนโทรลเลอร์อาดูโน

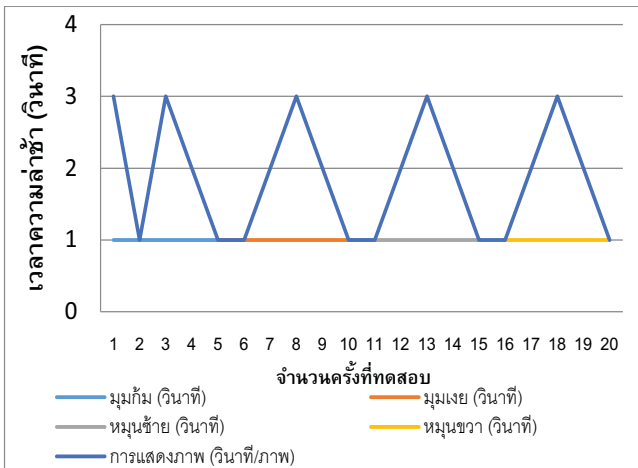
จากรูปที่ 10 จะเป็นการแสดงผลภาพ 3 มิติจากระยะไกลแบบเรียลไทม์โดยการควบคุมผ่านเครือข่ายทำให้ได้ภาพที่ออกมามีความเสมือนจริงทำให้การมองเห็นมีความแม่นยำ แล้วนำไปแสดงผลผ่านจอที่เป็น 3 มิติ แบบ Side By Side โดยดูผ่านแว่นแบบโพลาไรซ์ ดังรูปที่ 8 จะเป็นการแสดงผลภาพ 3 มิติที่ปรับเป็นโหมด Side by Side ผ่านจอภาพแบบ 3 มิติ โดยผ่านแว่นแบบโพลาไรซ์ ทำให้ได้รับชมภาพเสมือนเข้าไปอยู่ในสถานที่จริง

## 4. ผลการทดลอง

จากการทดลอง เนื่องจากงานวิจัยนี้เป็นการควบคุมการมองเห็นระยะไกลที่เป็นระบบภาพแบบ 3 มิติ โดยใช้เทคนิคสเตอริโอไอส์โคปิก 3 มิติ ซึ่งเป็นเทคนิคใหม่ จึงไม่สามารถนำมาเปรียบเทียบผลการทดลองกับงานวิจัยที่วิจัยมาก่อนได้ งานวิจัยนี้จึงทำการวัดประสิทธิภาพของระบบที่น่าเสนอ โดยแบ่งการทดสอบออกเป็น 2 ส่วน คือ 1) ส่วนของความล่าช้าในการควบคุมการหมุนและส่งภาพที่เป็นระบบ 3 มิติผ่านระยะไกล และ 2) ส่วนของการรับชมภาพที่เป็นระบบภาพแบบ 3 มิติที่สังเกตจากการมองโดยใช้ผู้รับชมจำนวน 10 คน



รูปที่ 10 ภาพ Side By Side บนจอ 2 มิติและควบคุมระยะไกล



รูปที่ 11 การทดสอบการควบคุมระยะไกลผ่านเครือข่าย

ซึ่งทดสอบกับเครื่องฝังควบคุมระยะไกลมายังเครื่องฝังหุ่นยนต์พบว่า ภาพ Side By Side ที่ได้รับชมจากจอ LCD Passive 3 มิติ Mode Side By Side ผ่านแว่นโพลารอยด์ที่มีกระจกโพลารอยด์ฟิวเตอร์ตั้งฉากกัน 2 ข้าง มีความเสมือนจริง มีความลึกของภาพชัดเจนเหมือนเข้าไปอยู่ในสถานที่จริง เพราะว่าภาพทุกภาพจะถูกส่งไปยังเครื่องควบคุมครบ 100% เนื่องจากใช้งานผ่านโปรโตคอลที่ซีฟไอพี และทดสอบการควบคุมได้ซึ่งจะได้ผลออกมาตามกราฟ รูปที่ 11 จากกราฟหลังการทดลองพบว่าความล่าช้าในการส่งข้อมูลผ่านเครือข่ายในส่วนการควบคุมการหมุนพบว่าในการควบคุมไปยังทิศทางต่างๆ จะใช้เวลา 1 วินาทีในการตอบสนอง ซึ่งมีความล่าช้าในการควบคุมน้อยมาก แต่มีความล่าช้าในการส่งข้อมูลภาพเมื่อเทียบสัดส่วนกับความล่าช้าในการควบคุมคิดเป็นร้อยละ 7.4 เมื่อเทียบกับเวลาเฉลี่ยในการควบคุม และทดสอบการมองเห็นภาพ 3 มิติจากกลุ่มตัวอย่าง 10 คน ทุกคนยืนยันการรับชมภาพ 3 มิติผ่านการควบคุมระยะไกลได้ชัดเจน มองเห็นระยะลึกสัมผัสและการมองเห็นเสมือนจริง สาเหตุจากการประมวลผลภาพมีความล่าช้า ซึ่งทรัพยากรของเครื่องที่ประมวลผลใช้ CPU Core 2 Duo 2.4 GHz. RAM 2 GB. ซึ่งมีขีดจำกัดทำให้การประมวลผลทำให้ไม่มีความรวดเร็ว

## 5. สรุป

งานวิจัยชิ้นนี้มุ่งเน้นนำเสนอระบบการมองเห็นภาพ 3 มิติผ่านการควบคุมระยะไกลโดยใช้เทคนิคสเตอริโอสโคปิก 3 มิติ แบบเรียลไทม์ ซึ่งยังไม่มีงานวิจัยที่เกี่ยวกับระบบการควบคุมระยะไกลที่แสดงผลภาพเป็น 3 มิติที่ทำมาก่อน งานวิจัยนี้ถือได้ว่าเป็นการนำเสนอองค์ความรู้ใหม่สำหรับระบบการมองเห็นผ่านการควบคุมระยะไกลที่เป็นระบบภาพ 3 มิติ ทำให้ภาพที่ได้มีความเสมือนจริงมีความลึกของภาพได้การรับชมภาพที่ชัดเจนและสามารถควบคุมมุมมองจากระยะไกลได้ ผลการควบคุมหมุนพบว่ามีความล่าช้าเล็กน้อย แต่ในการส่งภาพจะมีความล่าช้าคิดเป็น ร้อยละ 7.4 เมื่อเทียบกับเวลาเฉลี่ยของการควบคุม และทดสอบการมองเห็นภาพที่เป็น 3 มิติ จากกลุ่มตัวอย่าง 10 คน พบว่าทุกคนได้รับชมภาพ 3 มิติ ผ่านการควบคุมระยะไกลได้ชัดเจนมองเห็นระยะลึกสัมผัสและการมองเห็นเสมือนจริง ทำให้นำไปประยุกต์ใช้ใน

ชีวิตประจำวัน สามารถนำไปพัฒนาให้มีการประสานงาน ร่วมกันกับส่วนประกอบอื่นๆของหุ่นยนต์โดยมนุษย์ไม่ต้องเข้าไปอยู่ในสถานที่จริง ทำให้สามารถควบคุมได้ ช่วยแบ่งเบาภาระของมนุษย์ในงานบ้านหรือช่วยในการเข้าถึงพื้นที่อันตรายเช่น การเก็บกู้วัตถุระเบิดได้ เพลิงไหม้หรือในทางการแพทย์เช่น การผ่าตัดจากระยะไกลได้ แต่ยังมีข้อจำกัดในการประมวลผลซึ่งผู้วิจัยจะทำการวิจัยต่อไปให้มีความไหลลื่นของภาพมากกว่านี้อาจจะนำไปประมวลผลในเครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีประสิทธิภาพในการประมวลผลสูงบวกกับการทำเขียนโปรแกรมให้มีประสิทธิภาพมากขึ้นสามารถคอมไพล์ได้อย่างรวดเร็ว ซึ่งผู้วิจัยจะนำไปพัฒนาในโอกาสต่อไป

## เอกสารอ้างอิง

- [1] J. Eichenlaub, "A Lightweight, Compact 2D/3DAutostereoscopic LCD Backlight for Games, Monitorand Notebook Applications," in *Proceedings of theSPIE*, vol. 3295, pp. 193-222, Jan, 1998.
- [2] ELSA AG, 3D Revelator, Quick Start Guide, Aachen, Germany, 1999.
- [3] N. Holliman, "3D Display Systems," to appear; *Handbook of Optoelectronics*, IOP Press, Spring 2004, ISBN 0-7503-0646-7.
- [4] กองเกียรติ เรื่องไทย และ วัชร วัชรวิริยะ. 2554. "การปรับระยะภาพสเตอริโอสโคปิกเพื่อการรับรู้ของมนุษย์".วารสารเทคโนโลยีสารสนเทศ 7, 13 (มกราคม-มิถุนายน)
- [5] อาทิตย์ ศรีแก้ว.(2546).โครงการวิจัยเรื่องการพัฒนาหุ่นยนต์ระบบการมองเห็นแบบสเตอริโอแอกทีฟในเวลาจริงสำหรับระบบช่วยเหลือคนพิการแบบ.วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต.มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.
- [6] นางสาวจุริลักษณ์ แก้วกลุ่ม นางสาวภูติญา บัวระภา และนายสุรพงศ์ เทียนทอง. 2553. " การมองเห็นของหุ่นยนต์โดยใช้เทคนิคสเตอริโอสโคปิก 3 มิติ ". ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต ภาควิชาคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
- [7] N. Holliman, "Mapping perceived depth to regions of interest in stereoscopic images," *Displays and Virtual Reality Systems XI*, *Proceedings of SPIE* 5291, 2004.
- [8] G. Jones, D. Lee, N. Holliman, and D. Ezra, "Controlling perceived depth in stereoscopic images," in *Stereoscopic Displays and Virtual Reality Systems VIII*, *Proceedings of SPIE* 4297A, 2001.
- [9] G. N. Hiruma, and T. Fukuda, "Accommodation Response to Binocular Stereoscopic TV Images and their Viewing Conditions," *SMPTE Journal*, pp. 1137 -1144, Dec,1993.
- [10] G. R. Sand, and A. Chiari, eds., *Stereoscopic Television: Standards, Technology and Signal Processing*, European Commission Directorate General XIII-B, Brussels, 1998.
- [11] Stevens, W. R. 1994. TCP/IP Illustrated, Volume 1: The Protocols. Addison-Wesley.