

## การมองเห็นภาพ 3 มิติผ่านการควบคุมระยะไกลโดยใช้เทคโนโลยี stereoscopic 3D มิติแบบเรียลไทม์สำหรับตาหุ่นยนต์

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

สายนที บุญกว้าง<sup>1</sup>, พิรพัฒน์ ชุดามโยธินกุล<sup>2</sup>, สายยัญ สายยศ<sup>3</sup>

ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น 123 ถนนมิตรภาพ อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น 40002

<sup>1</sup> sainatee@kku.ac.th

<sup>2</sup> pirapat.c@kku.ac.th

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

#### บทคัดย่อ

ในการควบคุมระยะไกลการมองเห็นของหุ่นยนต์กู้ภัยยังเป็นภาพ 2 มิติทำให้การควบคุมมีประสิทธิภาพไม่เพียงพอเนื่องจากไม่สามารถมองเห็นความลึกของภาพได้ งานวิจัยนี้มุ่งนำเสนอระบบการมองเห็นภาพ 3 มิติผ่านการควบคุมระยะไกลโดยใช้เทคนิค stereoscopic 3D แบบเรียลไทม์สำหรับตาหุ่นยนต์ ที่เน้นการส่งภาพ 3 มิติผ่านและควบคุมผ่านระยะไกล จากการมองผ่านกล้อง 2 ตัว เพื่อที่จะสามารถรับชมภาพเสมือนอยู่ในสถานที่จริงได้ การแสดงภาพโดยเทคนิค stereoscopic 3D มิติแบบเรียลไทม์นั้น มีข้อได้เปรียบหลายประการจากการแสดงภาพที่สามารถมองเห็นระยะลึกสัมพัทธ์และการมองเห็นเสมือนจริง (Virtual Reality) กับการรับภาพเสมือนกับการมองของมนุษย์โดยสามารถควบคุมได้จากระยะไกล จากการทดสอบพบว่ามีความล่าช้าในการควบคุมน้อยมาก และมีความล่าช้าในการประมวลผลภาพ 7.4% เมื่อเทียบกับเวลาเฉลี่ยของการควบคุม และทดสอบจากผู้รับชมภาพ 10 คน ทุกคนยืนยันการรับชมได้ภาพ 3 มิติได้ชัดเจน เพื่อที่จะทำไปประยุกต์ใช้ในการมองเห็นที่ต้องการความแม่นยำ เช่น การหยิบของใช้ในบ้าน การถูรบือในสามจังหวัดชายแดนภาคใต้ และการเข้าถึงพื้นแผ่นดินไหว โดยมนุษย์ไม่ต้องเสียต่อกำลังกาย สูญเสียชีวิต คำสำคัญ: สเตอโรสโคปิก, 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 ซึ่งปัจจุบันได้มีการแก้ปัญหาโดยการใช้กล้องประเภทเว็บแคม (Webcam) อย่างไรก็ตามระบบที่กล่าวมาข้างต้นยังไม่ครอบคลุมและยังคงมีข้อจำกัดอยู่ ได้เห็นการทำงานของมนุษย์ เนื่องจากภาพที่ได้ยังไม่มีความแม่นยำในการมองเห็น เพราะเป็นภาพ 2 มิติ งานวิจัยนี้จึงได้ถูกพัฒนาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพให้มีความคล้ายคลึงกับมนุษย์มากที่สุด ในด้านการมองเห็นแบบใหม่ ที่เป็นระบบภาพ 3 มิติและสามารถควบคุมความควบคุมการมองเห็นผ่านระยะไกลผ่านเครือข่ายแบบเรียลไทม์ ซึ่งยังไม่เคยถูกนำมาเสนอมาก่อน งานวิจัยนี้ได้นำเสนอวิธีการมองเห็นที่รับชมภาพเป็นระบบ 3 มิติและสามารถควบคุมผ่านระยะไกลแบบใหม่โดยเริ่มจัดทำดังแต่ศึกษาหลักการออกแบบส่วนประกอบต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นการมองเห็นของกล้องแบบสเตอโรไก การประมวลผลภาพโดยใช้เทคนิค stereoscopic 3D มิติ [1] โดยใช้ภาพแบบ Side By Side คือการจับภาพจากกล้องเว็บแคมในเวลาเดียวกันมาต่อกัน และการควบคุมระยะไกลแบบเรียลไทม์โดยแบ่งเป็นส่วนของการควบคุมกับส่วนของหุ่นยนต์ ส่วนผู้หุ่นยนต์จะรับคำสั่งการควบคุมไปยังบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์อาดูโรน (Arduino Microcontroller) และส่งภาพไปแสดงผลผ่านจอ 3 มิติแบบพาสซีฟ (Passive) ผ่านแวนดาแบบโพลารไรซ์ (Polarized) [2,3] จากการทดลองประสิทธิภาพการทำงาน ซึ่งได้รับผลลัพธ์ที่น่าพึงพอใจ ภาพที่ได้มีความลึก [3,4] เสมือนเข้าไปอยู่ในสถานที่จริงและควบคุมได้ตามความต้องการและจากการพัฒนาระบบ

การมองเห็นของหุ่นยนต์สามารถนำไปใช้ในการประสานงานร่วมกันกับส่วนประกอบอื่นๆ ของหุ่นยนต์ ช่วยแบ่งเบาภาระของมนุษย์ในงานบ้านหรือช่วยในการเข้าถึงพื้นที่อันตราย เช่นการเก็บข้าวต้นระเบิดได้

งานวิจัย [5] ได้ออกแบบการมองเห็นของหัวหุ่นยนต์ PTV (Pan-Tilt-Verge vision system) หัวหุ่น PTV ประกอบด้วยกล้องสีแบบซีซีดี (CCD) จำนวน 2 ตัว ทำหน้าที่เป็นตัวของหุ่นยนต์กล้องดังกล่าวได้รับการติดตั้งอยู่บนโครงสร้างแบบ 4 มุมอิสระต่างๆ ซึ่งการขับด้วยมุมอิสระต่างๆ ของหุ่นยนต์นี้อาศัยมอเตอร์เซอร์โวรวมตัวร่วมกันจำนวน 4 ตัว ซึ่งจะใช้การประมวลผลภาพแบบสเตเตอริโอแอดค์ทิฟ ข้อเสียในการมองเห็นคือ แวนที่ใช้จะต้องมีความถี่ที่สูงเพื่อที่สลับภาพต่างกันระบบที่เป็นสเตเตอริโอล็อกปีคิค ในส่วนการควบคุมยังไม่สามารถควบคุมผ่านระยะไกลได้และแสดงผลภาพที่เป็นระบบ 3 มิติได้ ทำให้ไม่สามารถนำมารวัดประสิทธิภาพบันทึกงานวิจัยที่ได้เสนอได้

งานวิจัย [6] เน้นการตรวจสอบวัตถุด้วยกล้องจำนวน 2 ตัว ในการหาตำแหน่งและการประมาณระยะทางจากตัวกล้องจนถึงวัตถุที่สนใจ เพื่อที่จะสามารถทราบค่าความห่างระหว่างวัตถุกับกล้องได้ และการแสดงภาพโดยเทคนิคสเตเตอริโอล็อกปีคิค 3 มิติ มีข้อเสียคือภาพ 3 มิติ ที่แสดงอย่างเป็นไปไม่เป็นระบบแบบเรียลไทม์ ทำให้ขาดความต่อเนื่องในการควบคุม และยังไม่สามารถควบคุมผ่านระยะไกลได้ จากที่กล่าวมาข้างต้น งานวิจัยนี้จึงได้เข้ามาแก้ปัญหาดูอ่อนของงานวิจัยที่ทำขึ้นมา ก่อนหน้านี้ และพัฒนาต่อให้ดียิ่งขึ้น

## 2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

จากการพื้นฐานของกลไกทั่วไปของมนุษย์ บอกกับเราว่าตาของมนุษย์สามารถมองเห็นภาพเป็น 3 มิติ เพราะว่า ตาของเราร่องข้างจะแยกการมองวัตถุออกจากกันในแนวนอน ดังนั้นภาพที่ตาแต่ละข้างเห็นจะแตกต่างกัน ซึ่งความแตกต่างหรือการแยกออกจากกันนี้เองที่ทำให้เรามองเห็นวัตถุที่มีความลึกลงไปได้ และนี่เองที่เป็นหลักการของการทำภาพ 3 มิติ “เมื่อตาของเรามองเห็นภาพสองภาพจากมุมที่ต่างกัน ทำให้เรามองเห็นเป็นภาพ 3 มิติสมมูลจริง”

### 2.1 หลักการสเตเตอริโอลิวิชันของการมองภาพสองตา

หลักการมองภาพสองตา เป็นวิธีการจำลองการมองของตาชั้ยและตาข้างของมนุษย์มาเป็นภาพสองภาพ คือ ภาพที่มาจากการชั้ยและภาพที่มาจากการชั้ว เพื่อนำมาคำนวณหาความห่างระหว่างภาพสองภาพ หรือค่าความลึกแล้วนำค่าระยะห่างระหว่างพิกเซล [9] ที่ได้มามาเป็นค่าในการตัดสินว่า ระยะห่างระหว่างวัตถุและกล้องมีค่าเท่าไร

### 2.2 วิธีการมองภาพ

ในส่วนของการมองภาพ 3 มิติโดยใช้เทคนิคสเตเตอริโอล็อกปีคิค งานวิจัยนี้ต้องการนำเสนอคือการมองภาพโดยใช้อุปกรณ์ช่วยในการมองเพื่อให้ภาพที่มองเห็นสามารถแสดงผลออกมาในระบบ 3 มิติ โดยเรา

เลือกใช้เทคนิคการมองโดยใช้แวนแบบโพลาไรซ์ ผ่านจอแสดงภาพ 3 มิติ

#### 2.2.1 Polarization Stereoscope

เป็นการกรองแสงแบบโพลาไรซ์ ยังคงสืบท่องภาพได้อย่างเป็นธรรมชาติ ทำได้โดยการนำภาพ Stereo 2 ภาพ ซึ่งเป็นภาพของขาขวาและขาซ้าย มาซ้อนทับกัน การคุยกับให้สมจริงต้องประกอบด้วยอุปกรณ์ฉายภาพ (Projector) สองตัว ซึ่งแต่ละตัวจะติดตั้งแผ่นกรองแสงแบบโพลาไรซ์ แต่จะติดอยู่ในแนวตั้งจากกัน ผู้ชมจะต้องสวมแว่นตาแบบโพลาไรซ์ด้วย ซึ่งจะมีแผ่นฟิล์มโพลาไรซ์ที่ติดตั้งอยู่ ทำให้ตาแต่ละข้างสามารถมองเห็นภาพในแต่ละข้างนั้นได้ สมองจะแปลผลภาพให้เป็นเหมือน 3 มิติ สาหรับวิธีนี้จะต้องใช้จอรับภาพแบบ Nondepolarizing เพื่อให้แสงที่สะท้อนจากจอรับภาพไปยังผู้ชม ยังคงเห็นเป็นแบบโพลาไรซ์ [10] วิธีการดังกล่าว มีข้อดี คือ สามารถหาอุปกรณ์ได้ง่าย แว่นตามีราคาถูก และให้ภาพแบบ 3 มิติที่ชัดเจนสมจริง และคงสีธรรมชาติไว้ด้วย การใช้แวนตาแบบโพลาไรซ์ที่ใช้เทคนิคการซ้อนภาพด้วยช่องของการมองเห็นที่ไม่เหมือนกัน ทำให้แวนตาทั้งสองข้างมองเห็นภาพที่ปราศจากจุดนละภาพพร้อมกัน ปัจจุบันมีการพัฒนาจอภาพแบบ 3 มิติ มาใช้งาน ซึ่งงานวิจัยนี้ได้นำมาใช้ โดยเป็นจอที่ห้อง LG FLATRON รุ่น D2342 เป็นจอ LG Cinema 3D [1]

#### 2.2.2 เทคนิคของจอแสดงภาพ 3 มิติ

เทคโนโลยีการแสดงภาพ 3 มิติ มีหลายวิธีแต่พื้นฐานหลักของการมองภาพ 3 มิติ นั้นคือ การแบ่งภาพออกเป็น ภาพสำหรับตาซ้าย และขวา โดยเริ่มแรกมีการใช้เทคโนโลยี Anaglyph ซึ่งก็คือการใช้แวนตาที่เป็นกระจกไปร่องใส่สีแดงและอีกข้างเป็นสีเขียว ต่อมาก็ได้มีการประยุกต์เทคนิคการหักเหของแสงโดยการฉายภาพด้วยเครื่องฉาย 2 เครื่องที่มีโพลาไรซ์ตั้งจากกัน ลงบนฉากรับภาพเดี่ยวๆ กันซึ่งต้องใช้ แวนตาแบบโพลาไรซ์ ที่มีกระจกโพลาไรซ์ไฟเตอร์ (Filter) ตั้งจากกัน 2 ข้าง

#### 2.2.3 สเตเตอริโอล็อกปีคิค 3 มิติ

คือเทคนิคได้แก่ที่สามารถเก็บข้อมูลภาพเป็น 3 มิติ ให้เห็นความลึกของภาพนั้นได้ การสร้างภาพนั้น ต้องมีภาวะความลึกต้า โดยทำภาพเป็นสองภาพ ให้มีลักษณะต่างกันเล็กน้อยแก้ตัวแต่ละข้าง การแสดงภาพแบบสเตเตอริโอล็อกปีคิค มีข้อได้เปรียบ จากการแสดงระยะลึกสัมพัทธ์ กับจอภาพเป็นการขยายขอบเขตของการนำเสนอซึ่งจะทำให้ผู้ชมได้รับรู้ มิติความลึกที่ดีขึ้นและทำให้ข้อมูลภาพที่นำเสนอ มีคุณค่ามากขึ้น กว่าเดิมเป็นอย่างมากของระบบการแสดงภาพแบบสเตเตอริโอล็อกปีคิค จำเป็นต้องรักษาคุณภาพของภาพส่วนต่างๆ ไว้ได้แก่ ความสว่าง ความละเอียดสูง สีครบถ้วน อัตราเฟรม และการรับกวนกัน (Crosstalk) ระหว่างสองมุมมองที่อยู่ในระยะวัตถุต่ำ เพื่อลดภาพซ้อน (Ghosting) [7,8] ในกระบวนการที่กีฬาเพื่อการสร้างภาพดังกล่าว ทำได้โดยการใช้กล้อง 2 ตัว หรือกล้องแบบสเตเตอริโอล็อกปีคิคที่สามารถบันทึกภาพสองมุมมองได้ในเวลาเดียวกัน

### 2.3 การส่งข้อมูลผ่านระบบเครือข่าย (Network)

ในการส่งข้อมูลภาพและการควบคุม จากออาศัยระบบเครือข่ายในการส่งเพื่อการติดต่อสื่อสาร โดยอาศัยโปรโตคอลทีซีพีไอพี (TCP/IP) ใน การสื่อสารเพื่อที่จะได้รับข้อมูลที่ครบถ้วน เนื่องจากโปรโตคอลทีซีพีไอพี มีคุณสมบัติในการตรวจสอบการรับ-ส่งข้อมูล โดยข้อมูลที่ส่งไปจะมีการยืนยันเมื่อข้อมูลถึงผู้รับแล้ว [11]

### 3. การออกแบบระบบ

การมองเห็นภาพ 3 มิติผ่านการควบคุมระยะไกลโดยใช้เทคโนโลยี ไอโอสโคปิค 3 มิติแบบเรียลไทม์สำหรับตาหุ่นยนต์ในภาพรวมแบ่งออกเป็น 2 ส่วนหลักคือ ส่วนของฟังหุ่นยนต์ และส่วนฟังควบคุมระยะไกล ซึ่งในส่วนของงานวิจัยนี้จะเน้นที่การส่งภาพในระบบเรียลไทม์ และควบคุมผ่านระยะไกลเป็นหลัก จะแสดงให้เห็นในรูปที่ 1

#### 3.1 ผู้หุ่นยนต์

จะมีหัวที่หลักอยู่ 2 ส่วน คือ ส่วนที่ประมวลผลภาพ และส่วนของชุดควบคุมการหมุนกล้องรับคำสั่งควบคุมการหมุนจากระยะไกลโดยผ่านโปรโตคอลทีซีพีไอพี

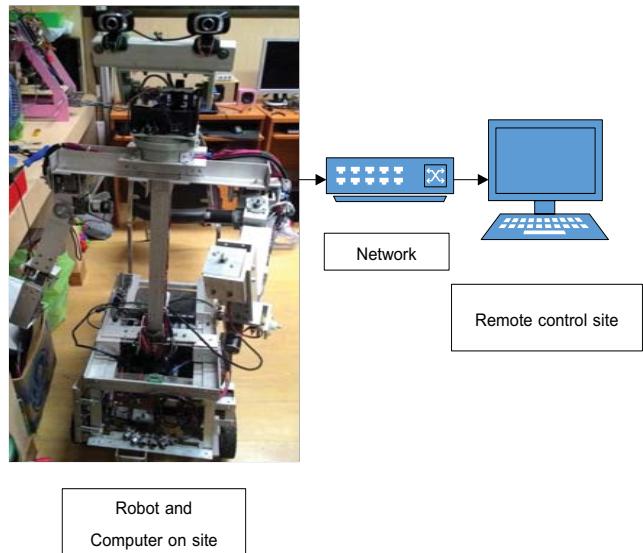
##### 3.1.1 ประมวลผลภาพ

ส่วนประมวลผลภาพและส่งภาพการวางแผนกล้องแบบสเตอิโธทั้งกล้องยังมีขนาดเล็ก น้ำหนักเบา และเหมาะสมกับขนาดของตัวหุ่นยนต์ งานวิจัยนี้จึงได้นำกล้องแบบเว็บแคมมาใช้งาน และออกแบบโครงสร้างการมองเห็นของกล้อง การมองเห็นของกล้องทั้ง 2 ตัว คือ กล้องซ้าย (Left Camera) และกล้องขวา (Right Camera) ซึ่งกล้องทั้ง 2 ตัวข้างตันสามารถกำหนดมุมของศาขของกล้องเองได้ และกำหนดจุดโฟกัสเอง โดยกำหนดจุดโฟกัสไว้ที่ 2 เมตร สิ่งที่สำคัญในการกำหนดจุดโฟกัสคือ ต้องกำหนดให้กล้องโฟกัสสวัสดิ์ในจุดเดียวกันเท่านั้นซึ่งจะทำให้เกิดระยะห่างระหว่างกล้องไปยังวัตถุที่โฟกัส เช่น กล้องซ้ายและกล้องขวาห่างกัน 14 เซนติเมตร [6] ทำมุม  $\theta_1 \theta_2$  ได้ 87.9955 องศา ในรูปที่ 2

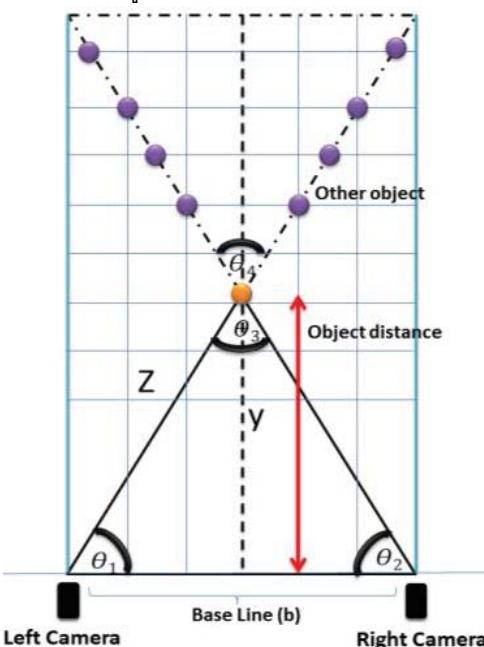
การประมวลผลภาพจะรับภาพจากกล้อง 2 ตัวมา แล้วทำการจับภาพจากกล้องซ้ายและภาพกล้องขวาในเวลาเดียวกัน แล้วนำภาพที่ได้มาประมวลผลเป็นภาพแบบ Side by Side และส่งจากเครื่องฟังผู้หุ่นยนต์ไปยังเครื่องฟังของควบคุมระยะไกล

การประมวลผลภาพ Side by Side จากรูปที่ 3 เนื่องจากข้อมูลภาพที่รับเข้ามายังเป็นอาร์เรย์ 3 มิติ แล้วนำอาร์เรย์มาต่อ กันเป็นแนวอน จะได้เป็นข้อมูลภาพที่เป็นแนวอนแนวแกน x ที่มีความกว้างเพิ่มเป็น 2 เท่า ทำให้ได้ภาพใหม่ที่เป็นแบบ Side By Side อกมา

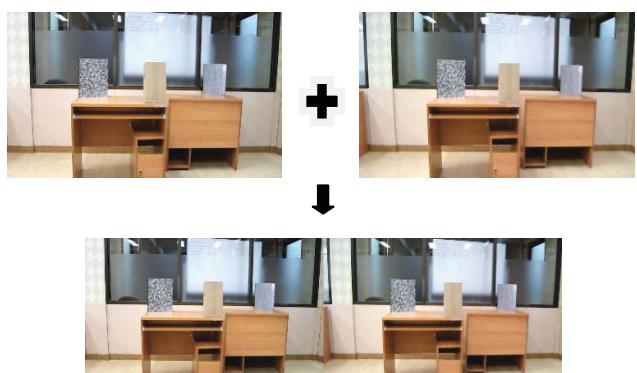
รูปที่ 4 จะเป็นกระบวนการประมวลผลภาพและส่งภาพ โดยจะเริ่มจากการรับภาพจากกล้อง Webcam มาทำการประมวลผลภาพให้เป็นแบบ Side By Side โดยการรวมภาพจากกล้องซ้ายและกล้องขวามารวมกันจะได้ภาพ Side By Side



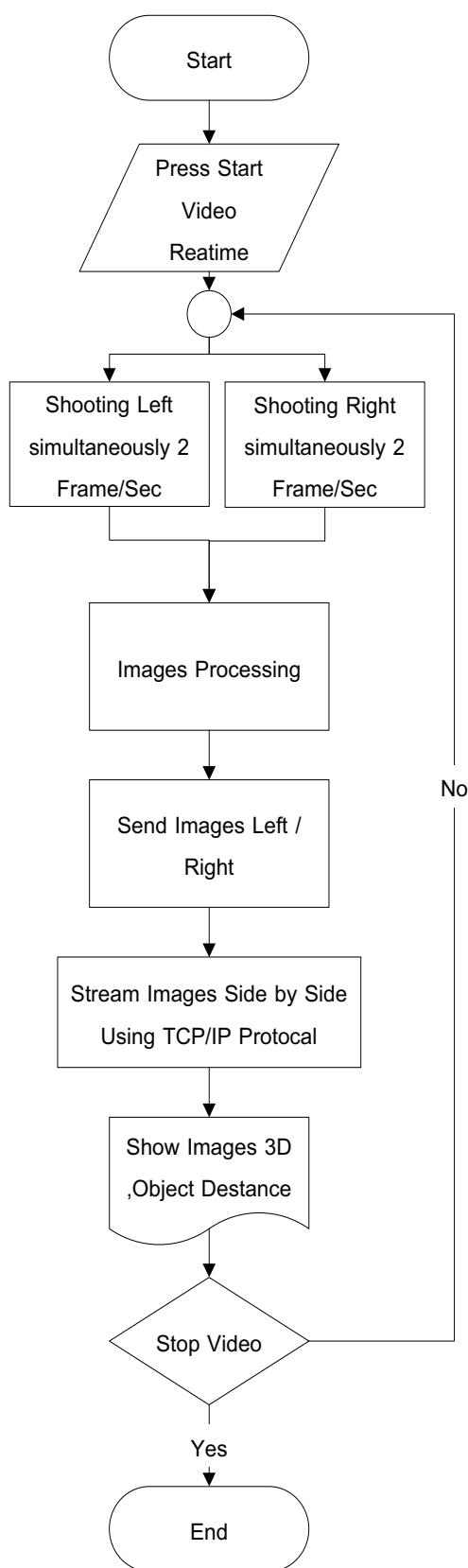
รูปที่ 1 ภาพรวมของระบบ



รูปที่ 2 โครงสร้างการมองเห็นของกล้องทั้ง 2 ตัว



รูปที่ 3 การประมวลภาพแบบ Side By Side

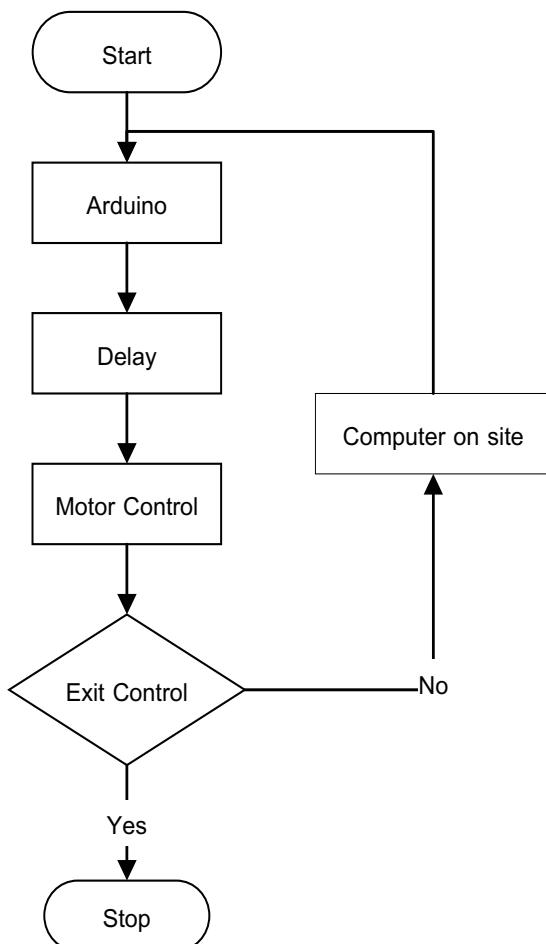


รูปที่ 4 ขั้นตอนการประมวลภาพแบบ Side By Side

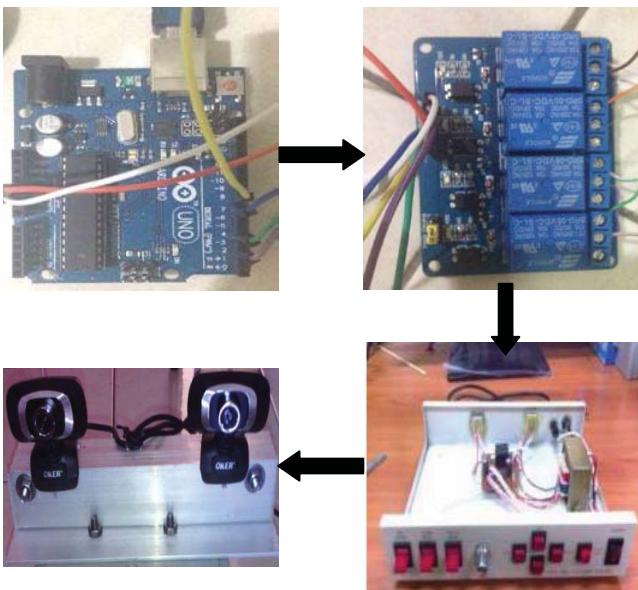
### 3.1.2 ชุดควบคุมการหมุนกล้อง

ส่วนของชุดควบคุมการหมุนกล้องรับคำสั่งควบคุมการหมุนจากระยะไกลโดยผ่านโปรโตคอลทีซีพีไอพี โดยจะมีชุดโมเตอร์ส่าย ก้มเงย กล้อง หมุนส่าย 355 องศา มุมก้ม 60 องศา เพื่อใช้ในส่วนที่เป็นการส่าย และการก้มเงยสำหรับตัวหุ่นยนต์ ต่อเข้ากับชุดกล่องกล้องควบคุม 301C มีหน้าที่ควบคุมและจ่ายไฟกระแสตรง 24 โวลต์ เข้ามอเตอร์การหมุน ข้าย ขวา มุมก้ม มุมเงย โดยจะทำงานควบคุมไปพร้อมกับโมดูลรีเลย์ (Delay) 4 ช่องแบบมี OPTO มีหน้าที่เป็นสวิตซ์ควบคุมกล่องควบคุม 301C โดยสั่งงานผ่านไมโครคอนโทรลเลอร์อาดูโน่ (Arduino Microcontroller) โดยไมโครคอนโทรลเลอร์อาดูโน่ จะอ่านคำสั่งจากผู้ใช้ ความคุมระยะไกล จะมีโครงสร้างในรูปที่ 5

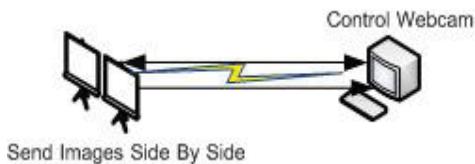
ในการควบคุมเครื่องฝังหุ่นยนต์จะรับคำสั่งจากเครื่องฝังควบคุมระยะไกลผ่านโปรโตคอลทีซีพีไอพีมา ก่อนที่จะนำค่าที่ได้รับมาสั่งงานผ่านโดยสั่งงานผ่านไมโครคอนโทรลเลอร์อาดูโน่ ผ่านสายอุปกรณ์ชุดดูเอดี้สบี (USB Serial Port) โดยมีรูปแบบการติดตั้งอุปกรณ์ ดังรูปที่ 6



รูปที่ 5 โครงสร้างอุปกรณ์การขับเคลื่อนชุดควบคุมการหมุนกล้อง



รูปที่ 6 อุปกรณ์การของชุดควบคุมการหมุนกล้อง



รูปที่ 7 โครงสร้างส่วนของระบบเครือข่าย

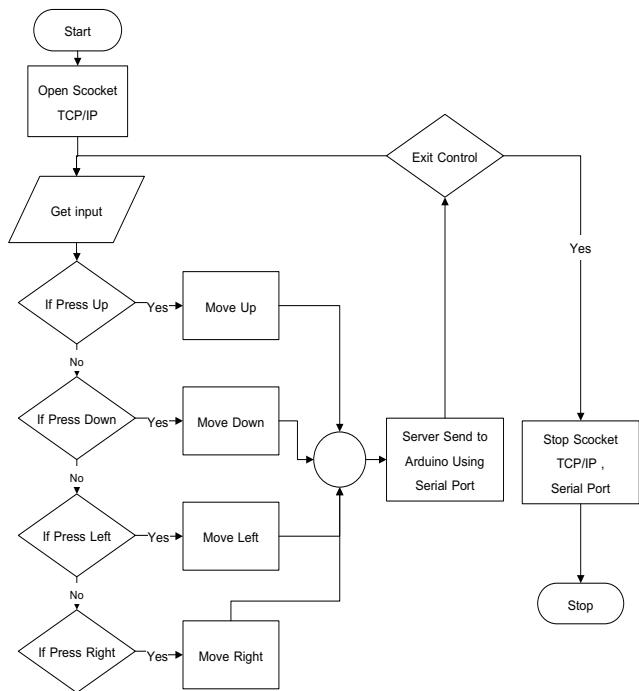
ในการควบคุมระยะใกล้จะอาศัยระบบเครือข่าย ซึ่งเป็นที่ในการรับส่งข้อมูลระหว่างเครื่องผู้ดื่นของหุ่นยนต์การเครื่องผู้ดื่นของควบคุมระยะใกล้โดยอาศัยโปรโตคอลที่ชีพีโอพี ในการรับส่งภาพจากเครื่องผู้ดื่นของหุ่นยนต์ไปยังเครื่องผู้ดื่นของควบคุมระยะใกล้ และคำสั่งควบคุมกล้องจากเครื่องผู้ดื่นของควบคุมระยะใกล้ไปยังเครื่องผู้ดื่นของหุ่นยนต์ ดังรูปที่ 7,8 จะเป็นการส่งข้อมูลไปยังเครื่องควบคุมโดยจากส่งข้อมูลภาพ Side By Side จากเครื่องผู้ดื่นของหุ่นยนต์ไปยังเครื่องควบคุม และรอรับคำสั่งการควบคุม เช่น การสั่งหุ่นยนต์ให้หมุนซ้าย (Move Left) การสั่งหุ่นยนต์ให้หมุนขวา (Move Right) การสั่งหุ่นยนต์ให้เดยขึ้น (Move Up) การสั่งหุ่นยนต์ให้เดยลง (Move Down) จากเครื่องควบคุม โดยจะมีขั้นตอนการรับดังรูปที่ 9

### 3.2 ผู้ดื่นควบคุมระยะใกล้

ส่วนของผู้ดื่นควบคุมระยะใกล้จะมีหน้าที่รับภาพที่เป็น Side By Side มาแสดงผ่านจอภาพ 3 มิติ แบบพาลซีฟ และส่วนของการควบคุมการหมุนคงโดยผู้ดื่นงาน



รูปที่ 8 ภาพ Side By Side บนจอ 3 มิติและควบคุมระยะใกล้



รูปที่ 9 โครงสร้างการสั่งงานผ่านจานวนไมโครคอนโทรลเลอร์อาดูโน

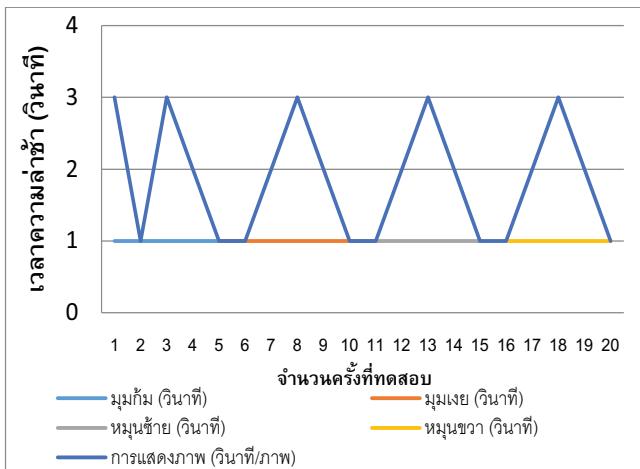
จากรูปที่ 10 จะเป็นการแสดงผลภาพ 3 มิติจากระยะใกล้แบบเรียลไทม์โดยการควบคุมผ่านเครื่องข่ายทำให้ได้ภาพที่ออกแบบมีความเสมือนจริงทำให้มองเห็นมีความแม่นยำ แล้วนำไปแสดงผลผ่านจอที่เป็น 3 มิติ แบบ Side By Side โดยดูผ่านแวร์แนบโพลารไรซ์ ดังรูปที่ 8 จะเป็นการแสดงผลภาพ 3 มิติที่ปรับเป็นใหม่ Side by Side ผ่านจอภาพแบบ 3 มิติ โดยผ่านแวร์แนบโพลารายซ์ ทำให้ได้รับชมภาพเสมือนเข้าไปอยู่ในสถานที่จริง

### 4. ผลการทดลอง

จากการทดลอง เนื่องจากงานวิจัยนี้เป็นการควบคุมการมองเห็นระยะใกล้ที่เป็นระบบภาพแบบ 3 มิติ โดยใช้เทคนิคสเตอโริโสโคปิก 3 มิติ ซึ่งเป็นเทคนิคใหม่ จึงไม่สามารถนำมาเบรย์เทียบผลการทดลอง กับงานวิจัยที่วิจัยมาก่อนได้ งานวิจัยนี้จึงทำการวัดประสิทธิภาพของระบบที่นำเสนอ โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 2 ส่วน คือ 1) ส่วนของความล่าช้าในการควบคุมการหมุนและสั่งภาพที่เป็นระบบ 3 มิติผ่านระยะใกล้ และ 2) ส่วนของการรับชมภาพที่เป็นระบบภาพแบบ 3 มิติที่สังเกตจากการมองโดยใช้ผู้รับชมจำนวน 10 คน



รูปที่ 10 ภาพ Side By Side บนจอ 2 มิติและควบคุมระยะใกล้



รูปที่ 11 การทดสอบการควบคุมระยะใกล้ผ่านเครื่องข่าย

ซึ่งทดสอบกับเครื่องฝึกควบคุมระยะใกล้มาบังเครื่องฝึกหุ่นยนต์พบว่า ภาพ Side By Side ที่ได้รับมาจาก LCD Passive 3 มิติ Mode Side By Side ผ่านแวนโพลาไรซ์ที่มีกระจากโพลาไรซ์พิวเตอร์ตั้งฉากกัน 2 ชั้น มีความแม่นยำจริง มีความลึกของภาพชัดเจนเหมือนเข้าไปอยู่ในสถานที่จริง เพราะว่าภาพทุกภาพจะถูกส่งไปยังเครื่องควบคุมครบ 100% เนื่องจากใช้งานผ่านโปรดักอลที่ซีพีโอพี และทดสอบการควบคุมได้ซึ่งจะได้ผลออกตามภาพ รูปที่ 11 จากกราฟหลังการทดลองพบว่าความลึกในการส่งข้อมูลผ่านเครื่องข่ายในส่วนการควบคุมการหมุนพบว่าในการควบคุมไปยังทิศทางต่างๆ จะใช้เวลา 1 วินาทีในการตอบสนอง ซึ่งมีความลึกในการควบคุมน้อยมาก แต่มีความลึกในการส่งข้อมูลภาพเมื่อเทียบสัดส่วนกับความลึกในการควบคุมคิดเป็นร้อยละ 7.4 เมื่อเทียบกับเวลาเฉลี่ยในการควบคุม และทดสอบการมองเห็นภาพ 3 มิติจากกลุ่มตัวอย่าง 10 คน ทุกคนยืนยันการรับชมภาพ 3 มิติผ่านการควบคุมระยะไกลได้ชัดเจน มองเห็นระดับลึกสามพัทช์และสามารถมองเห็นแม่นยำจริง สำหรับจากการประมวลผลภาพมีความลึกซึ่งทรัพยากรของเครื่องที่ประมวลผลใช้ CPU Core 2 Duo 2.4 GHz. RAM 2 GB. ซึ่งมีขีดจำกัดทำให้การประมวลผลทำให้มีความรวดเร็ว

## 5. สรุป

งานวิจัยขึ้นนี้มุ่งเน้นนำเสนอระบบการมองเห็นภาพ 3 มิติผ่านการควบคุมระยะไกลโดยใช้เทคนิคสเตอริโอล็อกิค 3 มิติ แบบเรียลไทม์ ซึ่งยังไม่มีงานวิจัยที่ทำเกี่ยวกับระบบการควบคุมระยะไกลที่แสดงผลภาพเป็น 3 มิติที่ทำมาก่อน งานวิจัยนี้ถือได้ว่าเป็นการนำเสนอองค์ความรู้ใหม่สำหรับระบบการมองเห็นผ่านการควบคุมระยะไกลที่เป็นระบบภาพ 3 มิติ ทำให้ภาพที่ได้มีความแม่นยำจริงมีความลึกของภาพได้การรับชมภาพที่ชัดเจนและสามารถควบคุมมุมกล้องจากระยะไกลได้ ผลการควบคุมหมุนพบว่ามีความลึกน้อยมาก แต่ในการส่งภาพจะมีความลึกคิดเป็นร้อยละ 7.4 เมื่อเทียบกับเวลาเฉลี่ยของการควบคุม และทดสอบการมองภาพที่เป็น 3 มิติ จากกลุ่มตัวอย่าง 10 คน พบว่าทุกคนได้รับชมภาพ 3 มิติ ผ่านการควบคุมระยะไกลได้ชัดเจนมองเห็นระดับลึกสามพัทช์และการมองเห็นแม่นยำจริง ทำให้นำไปประยุกต์ใช้ใน

ชีวิตประจำวัน สามารถนำไปพัฒนาให้มีการประสานงาน ร่วมกันกับส่วนประกอบอื่นๆ ของหุ่นยนต์โดยมีนุชย์ไม่ต้องเข้าไปอยู่ในสถานที่จริง ทำให้สามารถควบคุมได้ช่วยแบ่งเบาภาระของมนุษย์ในงานบ้านหรือช่วยในการเข้าถึงพื้นที่อันตรายเช่น การเก็บกู้ภัยกระเบิดได้ เพลิงไหม้ หรือในการการแพทย์ เช่น การผ่าตัดจากระยะไกลได้ แต่ยังมีความล่าช้าในการประมวลผลซึ่งผู้วิจัยจะทำการวิจัยต่อไปให้มีความไวหลีกขึ้น ภาพมากกว่านี้อาจจะนำไปประมวลผลในเครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีประสิทธิภาพในการประมวลผลสูงกว่ากับการทำเขียนโปรแกรมให้มีประสิทธิภาพมากขึ้นสามารถคอมไพล์ได้อย่างรวดเร็ว ซึ่งผู้วิจัยจะนำไปพัฒนาในโอกาสต่อไป

## เอกสารอ้างอิง

- [1] J. Eichenlaub, "A Lightweight, Compact 2D/3DAutostereoscopic LCD Backlight for Games, Monitorand Notebook Applications," in Proceedings of the SPIE, 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 เรืองไทย และ วัชระ จัตรวิริยะ. 2554. "การปรับระยะภาพสเตอริโอล็อกิคเพื่อการรับรู้ของมนุษย์". วารสารเทคโนโลยีสารสนเทศ 7, 13 (มกราคม-มิถุนายน)
- [5] อาทิตย์ ศรีแก้ว.(2546).โครงการวิจัยเรื่องการพัฒนาหุ่นยนต์ระบบการมองเห็นแบบสเตอริโอล็อกิคที่พื้นในเวลาจริงสำหรับระบบช่วยเหลือคนพิการแบบวิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต.มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.
- [6] นางสาวจุรีลักษณ์ แก้วกลุ่ม นางสาวกุติญา บัวระภา และนายสุรพงษ์ เทียนทอง. 2553. " การมองเห็นของหุ่นยนต์โดยใช้เทคนิคสเตอริโอล็อกิค 3 มิติ ". ปริญญา ni พนธ์วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต 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.