หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1

บทนำ

ในปัจจุบัน หุ่นยนต์ได้ถูกนำมาใช้ในอุตสาหกรรมต่างๆอย่างแพร่หลาย ทั้งนี้เพราะหุ่นยนต์มีความคล่องตัวสูงและเราสามารถโปรแกรมหน้าที่ของหุ่นยนต์ได้โดยสะดวก นอกจากนี้ หุ่นยนต์ยังมีความยืดหยุ่นทั้งทางด้านเวลาและสถานที่

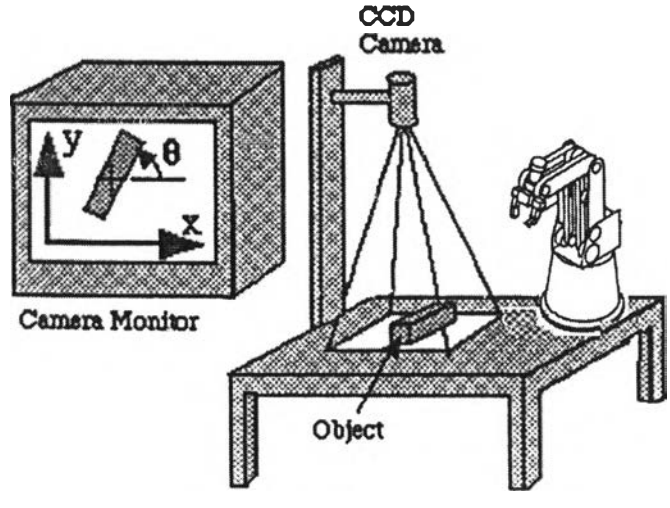
เราสามารถเพิ่มประสิทธิภาพของหุ่นยนต์ได้หลายวิธี วิธีที่แพร่หลายและใช้กันมากในอุตสาหกรรม คือการเพิ่มระบบการมองภาพ (vision system) และระบบฐานข้อมูลเกี่ยวกับงานที่ทำ (knowledge-base) งานวิทยานิพนธ์นี้บรรยายถึงการสร้างระบบหุ่นยนต์ (robot system) ซึ่งสามารถมองภาพและรู้จำวัตถุได้ ระบบหุ่นยนต์แบ่งเป็น สองระบบย่อย คือระบบประมวลผลภาพ (image processing) และระบบแขนกล (robot arm system) ระบบประมวลผลภาพจะเก็บภาพเข้ามาในหน่วยความจำของคอมพิวเตอร์และทำการประมวลผลเพื่อจำแนกประเภทของวัตถุพร้อมทั้งวิเคราะห์หาตำแหน่งของวัตถุ ระบบแขนกลนำผลที่ได้จากระบบประมวลผลภาพมาสั่งให้แขนกลเคลื่อนย้ายวัตถุจากตำแหน่งเดิมไปยังตำแหน่งใหม่ที่กำหนดไว้ในฐานข้อมูล

ในช่วงหลายปีที่ผ่านมาได้มีการพัฒนาโดยการนำแขนกลไปใช้งานต่างๆเช่นปี 1994 Li, Lee, Rodrigues และ Rowland [8] ใช้แขนกลคู่กับการมองภาพประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมการผลิตอาหาร เพื่อแก้ปัญหาในกรณีของผลิตภัณฑ์ที่ถูกจัดการโดยแขนกลซึ่งไม่สามารถควบคุมตำแหน่งและการวางตัวของผลิตภัณฑ์ได้ โดยในการแก้ปัญหาดังกล่าวได้มีการติดตั้งกล้องไว้เหนือพื้นที่ที่แขนกลจะเคลื่อนที่ไปจับโดยจะเน้นถึงระดับคำสั่งที่ใช้ในการติดต่อกันระหว่างตัวควบคุมแขนกล , คอมพิวเตอร์และระบบการมองภาพ โดยที่อุปกรณ์ทั้ง 3 มีระดับของการติดต่อโดยใช้โปรแกรมที่แตกต่างกัน และได้ทำการวิเคราะห์และเปรียบเทียบถึงผลของระดับคำสั่งที่ใช้ในการติดต่อสื่อสารกัน และในปีเดียวกันนี้ Denker, Sabanovic, Kaynak [9] ใช้แขนกลคู่กับการมองภาพในการขนถ่ายวัตถุที่อยู่บนสายพานส่งของ (conveyer) โดยระดับความสูงของกล้องที่อยู่เหนือสายพานส่งของได้กำหนดไว้ โดยเริ่มจากกล้องจับภาพที่อยู่บนสายพานส่งของ, วิเคราะห์ภาพ, จำวัตถุ ดึงตำแหน่งข้อมูลภาพ และความเร็วของสายพานส่งของ กำหนดเส้นทางการไปจับวัตถุสำหรับแขนกล และจับวัตถุได้แล้วก็นำไปไว้ที่ตำแหน่งที่เหมาะสม และในปี 1993 Ping และ Fan [10] ได้มีการวิเคราะห์และสร้างแบบจำลองของแขนกล และ ผลของการเคลื่อนที่ของกล้องซึ่งมีผลต่อความชัดของภาพ โดยกล้องที่ใช้มีการเคลื่อนที่ติดไปกับแขนของแขนกล และในปี 1991 Hobayachi, Uchida และMatsuzaki [11] มีจุดประสงค์เพื่อการสอนตัวเอง (self-learning

strategy) สำหรับแขนกลมาใช้คู่กับการมองภาพซึ่งถูกใช้ในการระบุตำแหน่งของเป้าหมาย โดยวิธีการสอนเลือกใช้เครือข่ายนิวรอน (neural network) เป็นเสมือนส่วนการตัดสินใจซึ่งเป็นตัวกำหนดวิธีการเคลื่อนที่ของแขนกลเพื่อไปยังเป้าหมายจากพื้นฐานของภาพ

จากการนำแขนกลมาใช้คู่กับการมองภาพสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับงานด้านต่างๆนั้นมีข้อจำกัดอยู่ที่ภาษาของตัวควบคุมแขนกลที่แตกต่างกันไปตามประเภทของแขนกล ดังนั้นวิทยานิพนธ์นี้ได้ทำการศึกษาการทำงานของแขนกลและการติดต่อกับตัวควบคุมแขนกลเพื่อนำไปใช้คู่กับการมองภาพ โดยกล้องที่ใช้จะถูกติดตั้งไว้เหนือวัตถุและนำสัญญาณภาพที่ได้จากกล้องมาประมวลผล โดยผลที่ได้คือ รู้จุดเซนทรอยด์และการวางตัวของวัตถุ แล้วจึงสั่งให้แขนกลเคลื่อนที่จับวัตถุ

จุดประสงค์ของวิทยานิพนธ์นี้เพื่อศึกษาทฤษฎีพื้นฐานเกี่ยวกับ Robot vision และการสร้าง Intelligent robot system โดยมีเงื่อนไขคือสามารถจำแนกชนิดของวัตถุตัวอย่างได้ (identifying object) โดยใช้หลักการเปรียบเทียบแกนหลัก (principle axis comparison) และค่าความยาวรหัส (chain code), ทำงานตามเงื่อนไขของชนิดของวัตถุที่จำแนกได้ รวมทั้งการศึกษาถึงการนำทฤษฎีไปใช้, ข้อจำกัดทางทฤษฎีต่าง ๆ และแนวทางการแก้ไขโดยมีโครงสร้างดังรูปที่ 1-1



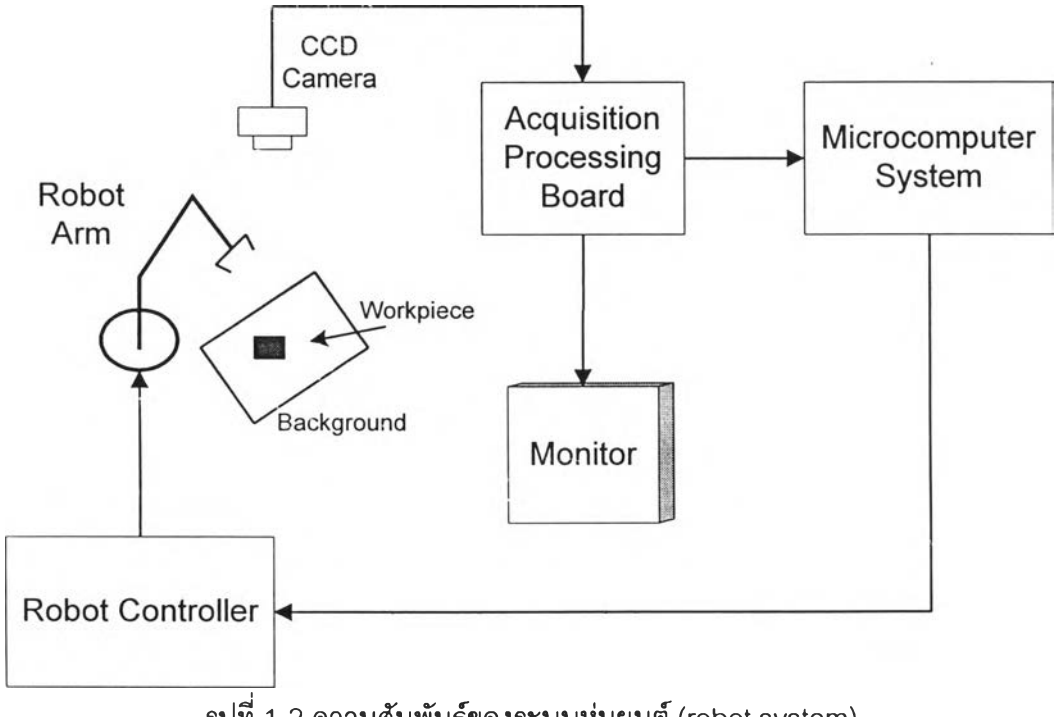
รูปที่ 1-1 โครงสร้างของ Robot system ที่ใช้ในการศึกษา [16]

งานวิทยานิพนธ์นี้เป็นการสร้างระบบหุ่นยนต์โดยความสัมพันธ์แสดงดังรูปที่ 1-2 โดยระบบหุ่นยนต์นี้ประกอบด้วยส่วนของหุ่นยนต์, ส่วนของการมองภาพ และไมโครคอมพิวเตอร์ ลักษณะของระบบหุ่นยนต์มีลักษณะการควบคุมเป็นแบบเปิด (open loop) ส่วนของหุ่นยนต์เป็นแบบ Acticulated robot arm และในกรณีของวัตถุที่เลือกมาใช้เป็นวัตถุประเภท convex object

และมีสีของวัตถุต้องเป็นวัตถุสีเข้มเพื่อที่จะสามารถแบ่งแยกออกจากฉากได้ เราสามารถแบ่งวัตถุออกเป็นสองประเภทคือ ประเภทแรกเป็นวัตถุประเภทที่มีรูปร่างไม่สมมาตรจะไม่มีผลจากการคำนวณหามุมการวางตัว และประเภทที่สองเป็นวัตถุประเภทที่มีรูปร่างสมมาตรเช่นสี่เหลี่ยมจัตุรัส ซึ่งจะไม่สามารถคำนวณหามุมการวางตัวของวัตถุได้โดยตรง และในส่วนของระบบฉากประกอบด้วยพื้นสีขาและมีไฟฟลูออเรสเซนต์ส่องมาทางด้านล่าง

ระบบหุ่นยนต์มีเริ่มจากการที่กล้องตรวจจับภาพและนำมาผ่านขบวนการโดยคอมพิวเตอร์เพื่อนำผลที่ได้ไปสั่งให้แขนกลทำงานตามต้องการ

ขั้นตอนการทำงานของระบบหุ่นยนต์แสดงดังรูปที่ 1-3 โดยที่ระบบหุ่นยนต์ทำงานด้วยเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์แบบ PC/AT ซึ่งมีหน่วยประมวลผลกลาง 80486 ที่มีหน่วยประมวลผลร่วมคณิตศาสตร์ในตัว ภายใต้ระบบปฏิบัติการ MS-DOS รุ่น 6.22 และไมโครซอฟต์วินโดวส์ รุ่น 3.11 นอกจากนี้ยังต้องการแผ่นวงจรที่ทำหน้าที่แปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นเชิงเลข (A-D Card) ใช้เป็นทางเข้าของสัญญาณอนาล็อกซึ่งเป็นภาพจากกล้อง CCD โดยกล้องที่เลือกใช้เป็นของบริษัท SURVEILLANCE - CAMERA ซึ่งรายละเอียดดูที่ภาคผนวก ก. และอุปกรณ์ที่ใช้เชื่อมต่อระหว่างกล้อง CCD กับ คอมพิวเตอร์เป็นแผ่นวงจร บริษัท Vision Technologies รุ่น Vision 8 frame buffer adapter (EV-681A) โดยมีรายละเอียดดูที่ภาคผนวก ก. และส่วนของระบบแขนกลที่ใช้ในงานวิทยานิพนธ์นี้เป็นแขนกลของบริษัท ESHED ROBOTEC, Israel. รุ่น SCORBOT-ER Vplus ดูรายละเอียดในภาคผนวก ก.



รูปที่ 1-2 ความสัมพันธ์ของระบบหุ่นยนต์ (robot system)

ในส่วนชุดคำสั่งซึ่งเป็นหัวใจหลักของการศึกษาเกี่ยวกับ robot vision นี้เขียนด้วยภาษา C++ พัฒนาโดยใช้ Borland C++ รุ่น 4.5 และใช้งานบนไมโครซอฟต์วินโดวส์รุ่น 3.11 โปรแกรมที่สร้างขึ้นนี้ประกอบด้วยสามส่วน ในส่วนแรกเป็นโปรแกรมที่ทำหน้าที่ติดต่อกับแผ่นวงจรเพื่อนำสัญญาณภาพที่ได้จากกล้องมาประมวลผล โดยผลที่ได้ในส่วนนี้คือแฟ้มข้อมูล ในส่วนที่สองคือส่วนของการประมวลผลภาพเพื่อหาตำแหน่งของภาพที่ได้จากส่วนแรกและทำการแปลงตำแหน่งของรูปภาพที่ได้เป็นตำแหน่งของวัตถุที่อ้างอิงกับแกนของแขนกล และในส่วนที่สามเป็นการนำตำแหน่งของวัตถุที่อ้างอิงกับฐานของแขนกลที่ได้ จากส่วนที่สองมาสั่งให้แขนกลเคลื่อนที่ไปตำแหน่งต่างๆตามที่เราต้องการ

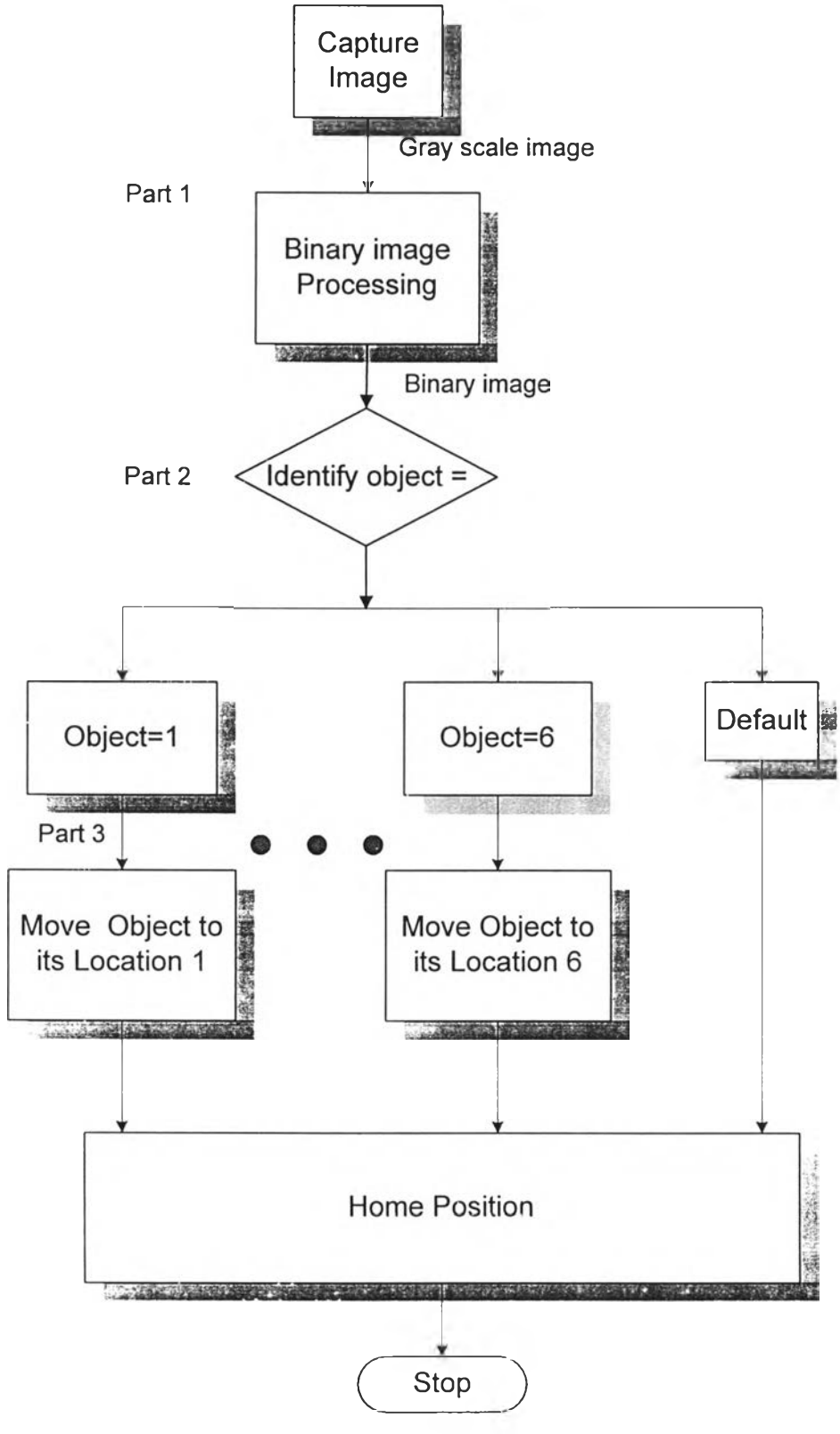
ขั้นตอนการทำงาน (flowchart) แสดงดังรูปที่ 1-3 ซึ่งจากรูปจะเห็นได้ว่างานของวิทยานิพนธ์เริ่มจากการติดต่อ (interface) กับการ์ด A/D เพื่อนำข้อมูลภาพที่ได้จากกล้อง CCD มาประมวลผลเพื่อหาชนิดของวัตถุ, ตำแหน่ง และการวางตัวของภาพ และทำการแปลงให้เป็นตำแหน่งและการวางตัวของวัตถุที่อ้างอิงที่ฐานของแขนกล และงานในส่วนที่เหลือคือการติดต่อกับส่วนควบคุมของระบบแขนกล (robot controller) เพื่อสั่งให้แขนกลทำงานตามที่เราต้องการต่อไป โดยในการทดสอบนี้จะทำการทดสอบกับระบบจริง (implementation)

<u>ขั้นตอนการทำงานของระบบหุ่นยนต์</u>

จากรูปที่ 1-2 เราสามารถแบ่งงานในการกระทำจริงออกเป็น 4 ขั้นตอนหลักๆคือ

1. การทำให้เป็นภาพไบนารี่ (binarization of the image) เป็นการนำภาพที่ได้จากการกล้อง CCD เข้ามาประมวลผลโดยคอมพิวเตอร์ผ่านทางการ์ด A/D ซึ่งผลที่ได้คือข้อมูลภาพที่เราเรียกว่าภาพดิจิตอล และทำการแปลงให้เป็นภาพไบนารี่เพื่อใช้ในขบวนการต่อไป
2. การระบุชนิดของวัตถุตัวอย่าง (identifying an object) เป็นการนำเอาภาพไบนารี่ที่ได้มาผ่านขบวนการในการจำแนกชนิดของวัตถุ โดยวิธีที่ใช้คือการหาค่าความยาวแกนหลัก, ความยาวแกนรอง และความยาวโคด เพื่อใช้ตรวจสอบชนิดของวัตถุตัวอย่างที่กล้องตรวจจับได้
3. การหาตำแหน่งและลักษณะการวางตัวของภาพไบนารี่ เป็นขั้นตอนที่ใช้ในการระบุตำแหน่งของภาพไบนารี่เพื่อทำแปลงให้เป็นตำแหน่งของวัตถุในขั้นตอนต่อไป
4. การแปลงตำแหน่งของภาพให้เป็นตำแหน่งของแขนกล เป็นการนำเอาตำแหน่งและการวางตัวที่ได้จากส่วนที่สามมาทำการแปลงให้เป็นตำแหน่งและการวางตัวของเขนกล และทำการติดต่อ (interface) กับส่วนควบคุมแขนกลโดยผ่านทางพอร์ต RS-232 เพื่อสั่งให้แขนกลทำงานตามที่เราต้องการ

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 1-3 ขั้นตอนการทำงานของระบบหุ่นยนต์

รายละเอียดของแต่หนังสือวิทยานิพนธ์นี้ประกอบด้วย 6 บทดังต่อไปนี้คือ

- บทที่ 1 กล่าวถึงรายละเอียดของงานวิจัยทางด้าน robot vision ที่เคยทำมาในอดีต รวมทั้งขอบเขตของงานและประโยชน์ที่ได้รับจากวิทยานิพนธ์
- บทที่ 2 กล่าวถึงการประผลภาพที่ได้จากกล้อง CCD ซึ่งเป็นภาพดิจิตอลและทำการแปลงให้เป็นภาพไบนารี่
- บทที่ 3 กล่าวถึงการจำแนกชนิดของวัตถุตัวอย่าง โดยวิธีที่ใช้ประกอบด้วยสองวิธีคือวิธีแรก วิธีการเปรียบเทียบแกนหลักและวิธีที่สอง วิธีความยาวรหัส
- บทที่ 4 กล่าวถึงการหาตำแหน่งของจุดเซ็นทรอยด์ของภาพไบนารี่และการวางตัวของภาพ
- บทที่ 5 กล่าวถึงระบบแขนกลและการแปลงพิกัดที่ได้จากภาพให้เป็นพิกัดของวัตถุที่อ้างอิงที่ฐานของแขนกล โดยวิธีที่ใช้ประกอบด้วยสองวิธีคือวิธีการแปลงเพอร์สเปคทีพและวิธีการพื้นฐาน
- บทที่ 6 กล่าวถึงบทสรุปและข้อเสนอแนะเกี่ยวกับงานวิทยานิพนธ์

<u>ประโยชน์ที่ได้รับจากวิทยานิพนธ์</u>

1. ทำให้เข้าใจถึงการทำงานของแขนกล Eshed Robotec รุ่น SCORBOT-ER Vplus
2. ทำให้เข้าใจถึงการนำสัญญาณจากกล้อง CCD มาประมวลผลด้วยคอมพิวเตอร์โดยผ่านทางการ์ดและวิธีการตั้งค่าพารามิเตอร์เพื่อทำให้การ์ดทำงานได้
3. ทำให้ทราบถึงปัญหาต่างๆที่เกิดจากการศึกษาระบบหุ่นยนต์จริง (Robot system) และแนวทางในการแก้ปัญหา