



รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

ชงโคโกอินเตอร์:นวัตกรรมหุ่นยนต์กระเป๋าเดินทางเคลื่อน
Chong Ko Bot: Innovation of Robots in Baggage Version



นายปิติเชต ผู้รักษา
นายกฤตากร กล่อมการ
นายสุวัฒน์ บุญฤทธิกิจ

ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากเงินรายได้สถาบัน ประจำปีงบประมาณ 2556

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เลขที่ 138170
เลขทะเบียน 18.11.0.2550

12708537

ไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงการ (ภาษาไทย) ชง โศโกอินเตอร์:นวัตกรรมหุ่นยนต์กระเป๋าลากเลื่อน
แหล่งเงิน เงินรายได้สถาบัน

ประจำปีงบประมาณ 2556 จำนวนเงินที่ได้รับการสนับสนุน 1,500,000.00 บาท
ระยะเวลาทำการวิจัย 1 ปี ตั้งแต่ 1 ต.ค. 2555 ถึง 30 ก.ย. 2556

ชื่อ-สกุล หัวหน้าโครงการ และผู้ร่วมโครงการวิจัย พร้อมระบุ หน่วยงานต้นสังกัด

นายปิติเขต	สุรักษา	ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์
นายกฤตากร	กล่อมการ	ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์
นายสุพัฒน์	บุญฤทธิ์กิจ	ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มุ่งเป้าในการพัฒนาหุ่นยนต์ต้นแบบเน้นสื่ออัตลักษณ์ของคณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาบันฯ ด้วยการสร้างนวัตกรรมหุ่นยนต์กระเป๋าลากเลื่อนในรูปแบบต่าง ๆ หลากประเภทการใช้งาน ครอบคลุมตั้งแต่การประยุกต์ปรับรูปลักษณะหุ่นยนต์แปลงรูปสำหรับงานพหุบทบาท ราชบุรุษ ทุ้หรือช่วยสื่อสารและช่วยเหลือผู้ประสบภัยในเขตพื้นที่ภัยพิบัติ จนถึงเพื่อใช้ประชาสัมพันธ์คณะฯ และกระตุ้นการเรียนรู้แก่เยาวชน ระเบียบวิธีที่ใช้ในการออกแบบและสร้างหุ่นยนต์ ใช้การบูรณาการเทคโนโลยีเชิงแสงในการสร้างภาพสามมิติ ร่วมกับเทคโนโลยีเครือข่ายสื่อสารเฉพาะกิจและเฉพาะถิ่น และเทคโนโลยีหุ่นยนต์เคลื่อนที่ ผลที่ได้จากการวิจัยเป็นไปตามจุดประสงค์ที่วางไว้โดยได้หุ่นยนต์ต้นแบบชนิดต่าง ๆ ในรูปกระเป๋าลากเลื่อนทั้งที่คงรูปเพื่อลากเลื่อนแบบดั้งเดิมและรูปอัตลักษณ์ดอกบัวสัญลักษณ์แห่งความซื่อสัตย์ ใฝ่รู้ ใฝ่งาน หรือรูปคล้ายพระรัศมี 31 แฉกของพระมหาพิชัยมงกุฎในפורรัมบริสุทธิ นอกจากนี้ต้นแบบหุ่นยนต์สามารถต่อยอดได้ในเชิงพาณิชย์ โดยองค์ความรู้ดังกล่าวพร้อมที่จะรองรับการผลิตสู่ตลาดเศรษฐกิจเสรีอาเซียน (AEC) และนำสู่สากล ทว่า ยังคงไว้ซึ่งอัตลักษณ์วัฒนธรรมไทยในรูปแบบในเชิงแฟชั่นหุ่นยนต์

คำสำคัญ : หุ่นยนต์, กระเป๋าลาก, เครือข่ายสื่อสาร

Research Title: Chong Ko Bot: Innovation of Robots in Baggage Version

Researcher: Pitikhate Sooraksa and Kitdakorn Klomkarn

Faculty: Engineering

Department: Computer Engineering

ABSTRACT

This research aims to develop robot prototypes reflecting identity of Faculty of Engineering and KMITL. The innovation is focused on building of various types of baggage robot applying for Buddhism worship, Royal honorary, ad hoc communication network for disasters, advertising for the Faculty and the youth learning motivation. Research methodology is carried out by integrating optical techniques for construction of 3D pictures, ad hoc and local communication network, and technology of mobile robots. The results are satisfied the objectives by which we obtain various types of baggage version such as conventional ones for classical design, lotus-like shape standing for integrity, inquisitiveness, and industriousness or the 31 radiant-like shape of the grand crown in the pure platform. In addition, the prototypes can be extended to commercialize and the body of knowledge is ready to transform into a fashion design in robotics for the coming AEC. Although the proposed robotic fashion is internationalized in its function yet the platform is still a Thai cultural-based design.

Keywords : robot, baggage, communication network

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้เกิดขึ้นได้เพราะความไว้วางใจและความอนุเคราะห์ของคณะกรรมการพิจารณาข้อเสนอโครงการทั้ง 31 ท่าน ของคณะวิศวกรรมศาสตร์ และขอขอบคุณท่านรองคณบดี รศ. ดร. ชูวงศ์ พงศ์เจริญพาณิชย์ ที่ให้ยืมสายอากาศหลายย่านความถี่สูงมาใช้ขณะทดลองวัดและสาธิตต่อสื่อมวลชน ขอขอบคุณรองคณบดี ผศ. ดร. คมสัน มาลีสี ในการให้ความเห็นเรื่องการประยุกต์เกี่ยวกับกรณีภัยพิบัติ คณะผู้วิจัยขอกราบขอบคุณที่ทำให้เกียรติและโอกาสในครั้งนี้

ขอขอบคุณผู้ช่วยนักวิจัยและนักศึกษาปริญญาเอก นายสุวิไล อารีจิตต์ นายภูมิยศ พยัคฆวรรณ นายอนุรักษ์ จันทร์ศรี นายพิเชษฐ คุณากรวงศ์ นายอรรถพล กัณหาเวก นายยุทธนา สีลาคำ นายฉัฐพล ผลเจริญพงศ์และนักศึกษาปริญญาโทร่วมกับนักศึกษาปริญญาตรีอีกหลายคนที่ช่วยงานวิจัยที่ไม่ได้กล่าวนามครั้งนี้

“การวิจัยครั้งนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จากแหล่งทุนรายได้สถาบันฯ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2556 ”

นายปิติเขต

ผู้รักษา

นายกฤดากร

กลุ่มการ

นายสุพัฒน์

บุญฤทธิ์กิจ

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญตาราง.....	VI
สารบัญภาพ.....	VII
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ภูมิหลัง.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	3
1.3 ขอบเขตของการวิจัย.....	3
1.4 ระเบียบวิธีวิจัย.....	3
1.5 แผนการดำเนินงาน โครงการวิจัย.....	4
บทที่ 2 วรรณกรรมปริทัศน์	5
2.1 สังกัประวัติและ โครงสร้างแขนงส่วนเชื่อมต่อ.....	5
2.2 ระบบเครือข่ายระหว่างหุ่นยนต์กระเป๋าลากเลื่อน.....	8
บทที่ 3 หลักการออกแบบ	12
3.1 พื้นที่ทำงาน.....	12
3.2 ดัชนีชี้วัดและฟังก์ชันวัตถุประสงค์.....	14
3.3 แผนภาพการนำร่องอิงศูนย์กลางคนใกล้สุด.....	16
บทที่ 4 ผลการวิจัยและผลกระทบ	24
4.1 ผลการวิจัย.....	24
4.2 ผลกระทบ.....	32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	39
5.1 สรุปผลการวิจัย	39
5.2 ข้อเสนอแนะ	40
เอกสารอ้างอิง	42
ภาคผนวก	46
ประวัตินักวิจัย	49



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1.1 แผนงานและกิจกรรมที่ปฏิบัติได้จริง	4
3.1 กฎการกระทำตามเงื่อนไขการเคลื่อนที่ในแต่ละสถานการณ์/	23
4.1 การทดลองวัดข้อมูลระยะห่างระหว่างหุ่นยนต์กับคนนับจากขอบพื้นที่อ่อนไหวหุ่นยนต์	27
4.2 ผลการทดลองที่ 4.1.2.1	28
4.3 ผลการทดลองที่ 4.1.2.2	29
4.4 ผลการทดลองที่ 4.1.2.3	29
4.5 ผลการทดลองที่ 4.1.2.4	30



สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1.1 ท่านอธิการบดีและท่านคณบดีและหุ่นยนต์อุบาสก “ชงโค” ร่วมกันดักบาตรพระภิกษุสงฆ์ จำนวน 2555 รูป.....	1
1.2 นวัตกรรมสร้างหุ่นยนต์นั้นแท้จริงก็คือ นวัตกรรมการเรียนการสอนเพื่อการสร้างคนโดย อาศัยสื่อหุ่นยนต์ถอดทฤษฎีสู่ภาคสนาม.....	2
2.1 กรอบแนวคิดทฤษฎีอันเป็นแนวทางสู่กิจกรรมการออกแบบและสร้าง.....	5
2.2 การเชื่อมต่อแบบ Infrastructure.....	10
2.3 การเชื่อมต่อแบบ Peer-to-Peer.....	10
2.4 การเชื่อมต่อแบบ Point-to-Point.....	11
3.1 พื้นที่อ่อนไหวของมนุษย์และหุ่นยนต์.....	13
3.2 ขั้นตอนการตัดสินใจด้วยเทคนิคการนำร่องอิงศูนย์กลางคนใกล้สุด.....	17
3.3 เกณฑ์ประเมินตำแหน่งคนและเป้าหมาย.....	19
3.4 คนมีความปลอดภัยสูง.....	19
3.5 คนมีความปลอดภัยต่ำ.....	20
4.1 หุ่นยนต์กระเป๋าลากเลื่อน.....	25
4.2 การทดลองที่ 4.1.2.3 การส่งไฟล์โดยใช้การ ping จาก node 1 ไป node 4.....	29
4.3 การทดลองที่ 4.1.2.4 การส่งไฟล์โดยใช้การ ping จาก node 1 ไป node 4.....	30
4.4 ผลการทดลองที่ 4.1.3.....	31
4.5 หุ่นยนต์ชงโคในร่างคอกบัว.....	32
4.6 ข่าวจากหนังสือพิมพ์สยามรัฐ.....	33
4.7 ข่าวจากหนังสือพิมพ์แนวหน้า.....	34
4.8 ข่าวจากหนังสือพิมพ์ไทยรัฐ.....	35
4.9 ข่าวจากหนังสือพิมพ์ข่าวสด.....	35
4.10 การสาธิตการทำงานของหุ่นยนต์วัน "Innovation day".....	36
4.11 ผังสถานที่จัดแสดงสาธิตต่อสื่อมวลชนในวัน "Innovation day".....	37
4.13 เครื่องข่ายหุ่นยนต์ "บัวน้ำ บัวฟ้า และบัวดิน" เรียกตามสถานที่ตั้ง.....	38
4.14 เครื่องข่ายหุ่นยนต์หาพลังงานได้จากเซลล์แสงอาทิตย์.....	38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

บทนำนี้กล่าวถึงภาพรวมของโครงการ โดยเริ่มจากภูมิหลัง วัตถุประสงค์ของการวิจัย ขอบเขตการวิจัย และระเบียบวิธีวิจัย สำหรับโครงร่างในการนำเสนอ ในรายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์นี้ โปรดดูจากสารบัญ เพื่อที่จะได้ไม่ซ้ำซ้อนในเนื้อหาและเพื่อความกระชับของการนำเสนอ

อนึ่ง เนื่องจากงานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยที่มุ่งเน้นความเป็นอัตลักษณ์และนวัตกรรม ดังนั้นการนำเสนอ รายงานจะนำเสนอเน้นทางด้าน การสร้างความแตกต่างของต้นแบบหุ่นยนต์ที่มีอยู่กับที่สร้างขึ้นใน โครงการวิจัยนี้เพื่อประชาสัมพันธ์คณะวิศวกรรมศาสตร์ในแผนการดำเนินการเชิงรุกตามนโยบายของคณะ บริหารชุดปัจจุบัน

1.1 ภูมิหลัง

ด้วยตระหนักถึงผลสัมฤทธิ์สมความมุ่งมาดปรารถนาที่ได้รับจากการพัฒนา “ชงโค” หุ่นยนต์ผู้ช่วยตัด ไม้จากงานตัดขาดประจำปี 2555 ในวันที่ 19 มิถุนายน 2555 ซึ่งได้รับความสนใจอย่างสูงจากสื่อออนไลน์ สื่อมวลชนในรูปแบบหนังสือพิมพ์และทีวีทุกช่อง ดังภาพที่ 1.1-1.2



ภาพที่ 1.1 ท่านอธิการบดีและท่านคณบดีและหุ่นยนต์อุบาสก “ชงโค” ร่วมกันตัดขาดพระภิกษุสงฆ์ จำนวน 2555 รูป

แหล่งอ้างอิง <http://www.thairath.co.th/content/tech/269463>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 1.2 นวัตกรรมสร้างหุ่นยนต์นั้นแท้จริงก็คือ นวัตกรรมการเรียนการสอนเพื่อการสร้างคน โดย อาศัยสื่อหุ่นยนต์ลดทฤษฎีสู่ภาคสนาม
แหล่งอ้างอิง <http://www.thairath.co.th/content/tech/269463>

ผลกระทบเชิงสังคมดังกล่าว ได้เผยแพร่ในสื่อต่าง ๆ ทั่วไทยที่ผ่านมาทำให้หุ่นยนต์อุบาสก “ซงโค” ได้รับเชิญให้ไปช่วยเหลือและช่วยประชาสัมพันธ์ให้กับคณะวิศวกรรมศาสตร์ทั้งในต่างจังหวัดและในเขต กรุงเทพมหานคร และปริมณฑลอีกหลายแห่ง จึงเป็นที่มาของแนวคิดที่จะขยายขอบข่ายนวัตกรรมจากเฟสที่ผ่านมาที่มุ่งผลสัมฤทธิ์เชิงสังคมผสมผสานกับศิลปะและวัฒนธรรม ดังนั้น ในเฟสนี้จึงได้ขยายผลโดยอาศัยแบรนด์ “ซงโค” ที่มีอยู่ให้เกิดคุณูปการด้วยสินทรัพย์เชิงปัญญา อีกทั้งขยายขอบเขตการประยุกต์ให้มีการใช้อย่างแพร่หลายในระดับสากลเพื่อรองรับการรวมกันของประเทศในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ก่อให้เกิดประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน (AEC)ที่กำลังจะมาถึงภายในสามปีนี้

รูปแบบหุ่นยนต์อุบาสกซงโคในเฟสที่แล้วออกแบบมาเพื่อใช้งานเฉพาะกรณี ซึ่งมุ่งเน้นถึงการสร้างความสัมพันธ์เชิงมวลชนในลักษณะสัญลักษณ์ จึงมีขนาดสูงถึงสามเมตรและแปลงรูปได้เป็นทั้งบาตรขนาดยักษ์สลัปโหมคหุ่นยนต์บนฐานกลีบดอกชงโคจำนวน 8 ดอก ซึ่งยากต่อการเคลื่อนย้ายและดูแลรักษา และไม่ได้มุ่งเน้นผลสัมฤทธิ์เชิงเศรษฐกิจ ทว่า ในงานวิจัยนี้คณะผู้วิจัยจะมุ่งเน้นผลสัมฤทธิ์ของการสร้างองค์ความรู้และขยายผลนวัตกรรมหุ่นยนต์โดยจะแปลงรูปหุ่นยนต์ในรูปกระเป๋าลากเลื่อนที่พร้อมใช้งานอเนกประสงค์ภายใต้แบรนด์ “ซงโค” และจะขยายผลการใช้งานของหุ่นยนต์โดยให้ตัวแทนคณะวิศวกรรมศาสตร์สามารถนำหุ่นยนต์ไปประชาสัมพันธ์ในที่ต่าง ๆ ได้เพียงลากเลื่อนไปในรูปแบบกระเป๋า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

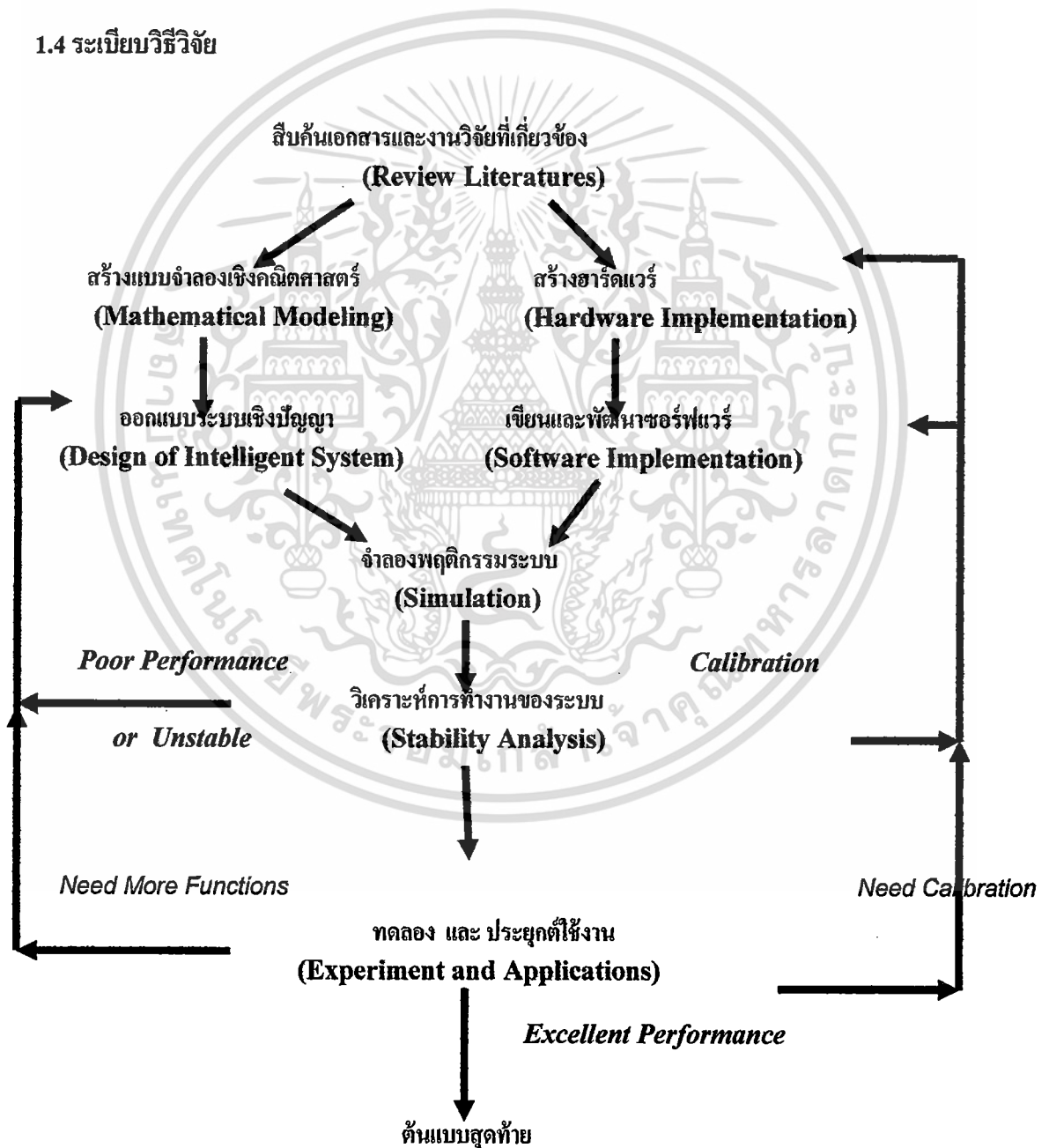
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อพัฒนานวัตกรรมการหุ่นยนต์รูปแบบกระเป๋าลากเลื่อนช่วยงานอเนกประสงค์ใช้ประโยชน์ในการ
ประชาสัมพันธ์ภายใต้อัตลักษณ์เชิงประจักษ์ของแบรนด์ “ขงโค” ดอกไม้ประจำคณะวิศวกรรมศาสตร์

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

รูปแบบเบื้องต้นของหุ่นยนต์ที่ใช้ในโครงการนี้เป็นรูปแบบหุ่นยนต์ฉบับกระเป๋าลากเลื่อน

1.4 ระเบียบวิธีวิจัย



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5 แผนการดำเนินงานโครงการวิจัย

แผนการดำเนินงานโครงการวิจัยนี้แสดงในตาราง 1.1 โดยเปรียบเทียบแผนงานที่วางไว้ซึ่งแสดงโดยสัญลักษณ์ x โดยกิจกรรมที่ปฏิบัติได้จริงใช้สัญลักษณ์ *

ตาราง 1.1 แผนงานและกิจกรรมที่ปฏิบัติได้จริง

การดำเนินงาน	ระยะเวลา												
	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	
เฟสออกแบบ	x	x											
	*	*											
เฟสทดลองและ สร้าง			x	x	x	x	x	x	x				
		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
เฟสทดสอบ ภาคสนาม*								x	x	x	x	x	x
						*	*	*	*	*	*	*	*

หมายเหตุ x คือแผนงานที่วางไว้ * คือ กิจกรรมที่ปฏิบัติได้จริง

ในบทที่ 1 หรือบทนำนี้กล่าวถึงภาพรวมของงานวิจัย ซึ่งยังไม่ได้ครอบคลุมการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องซึ่งจะได้กล่าวถึงในบทที่ 2 ต่อไป

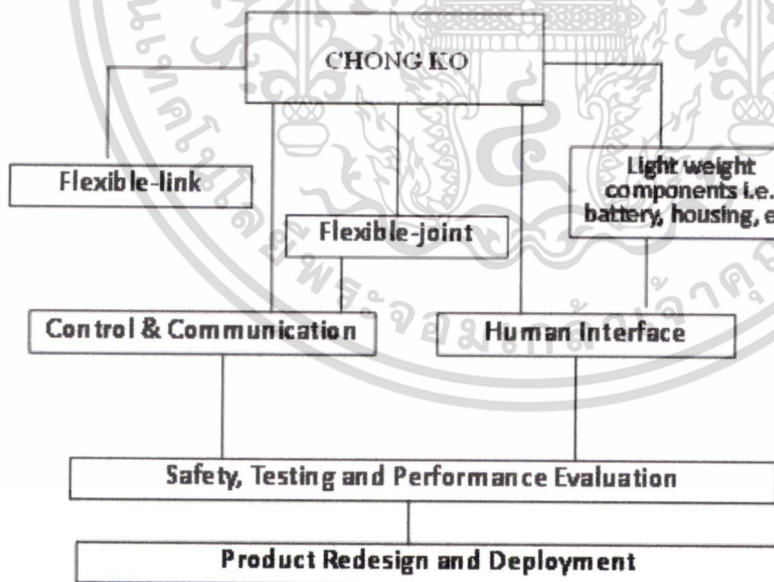
บทที่ 2

วรรณกรรมปริทัศน์

บทนี้กล่าวถึงสังกัปหรือแนวคิดรวบยอดในการวางกรอบการสร้างหุ่นยนต์กระเป่าลากเลื่อนและการ ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

2.1 สังกัปวัสดุและโครงสร้างแขนส่วนเชื่อมต่อ

เนื่องจากลักษณะของหุ่นยนต์ใน โครงการนี้เป็นหุ่นยนต์กระเป่าลากเลื่อนใช้งานเอนกประสงค์ ซึ่งมี ส่วนที่เป็นแขนกลอ่อนตัวและระบบควบคุมและสื่อสารอยู่ใน ดังนั้นวัสดุที่ใช้ประกอบส่วนทั้งระบบ องค์กรวมจะต้องมีน้ำหนักเบา จึงมีสมมติฐานว่าวัสดุและอุปกรณ์องค์ประกอบ โครงสร้างดังกล่าวที่มี น้ำหนักเบา นั้นจะต้องมีความเหนียว เบา และยืดหยุ่น เพราะต้องทั้งรับน้ำหนักและต้องแข็งแรง ซึ่งตรงกับ ชนิดการศึกษาทฤษฎีและการประยุกต์ของแขนกลอ่อนตัว (Flexible-link robot arm) และข้อต่อต่าง ๆ จะต้องมีการอ่อนตัว (Flexible joint) กรอบแนวคิดอันเป็นแนวทางศึกษาจะดำเนินการโดยอาศัยภาพที่ 2.1 เป็นแนวทาง



ภาพที่ 2.1 กรอบแนวคิดทฤษฎีอันเป็นแนวทางสู่กิจกรรมการออกแบบและสร้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังได้แสดงในสมมติฐานและกรอบทฤษฎีในปัจจัยสำคัญอันเป็นแนวทางในการศึกษาสร้างรูปแบบหุ่นยนต์กระเป๋าลากเลื่อนภายในประกอบด้วยแขนหุ่นยนต์พับได้เพื่อใช้งานเอนกประสงค์ซึ่งสามารถเคลื่อนย้ายได้โดยสะดวกเพียงใช้บุคคลเดียว โดยแนวทางดังกล่าวจำเป็นต้องใช้วัสดุที่มีน้ำหนักเบามาสร้างเป็นองค์ประกอบของโครงสร้าง โดยองค์ประกอบที่สำคัญประการหนึ่งและมีน้ำหนักต่อการศึกษามากคือ แขนหุ่นยนต์อ่อนตัว (flexible robot arm) ซึ่งเป็นแขนที่ทำจากวัสดุที่มีความยืดหยุ่นสูง เช่น อลูมิเนียม (Al) พลาสติก หรือ ไฟเบอร์ (fiber) เป็นต้น แขนหุ่นยนต์ชนิดนี้ ได้รับความสนใจจากบรรดา นักวิทยาศาสตร์ วิศวกร และ นักวิจัยทั่วโลก มาเป็นเวลากว่าศตวรรษ [1-9] ทั้งนี้เพราะ แขนชนิดนี้มีข้อดีกว่าแขนแบบดั้งเดิมที่ทำด้วยเหล็ก เช่น มีน้ำหนักเบากว่า ต้องการมอเตอร์ขับเคลื่อนขนาดเล็กกว่า ใช้พลังงานน้อยกว่า ราคาประหยัดกว่า อย่างไรก็ตามข้อด้อยของแขนกลอ่อนตัวก็คือขณะปฏิบัติงานจะเกิดการสั่น ซึ่งอาจมีผลต่อการใช้งานประเภทที่ต้องการความแม่นยำและความละเอียดสูง เช่น งานประกอบชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ระดับมิกโร หรือ ไมโครสเกล ดังนั้นจึงเป็นสิ่งที่ท้าทายและมีประโยชน์ที่จะแก้ปัญหาเรื่องลดการสั่นของแขนกลแบบอ่อนตัวขณะปฏิบัติงาน ซึ่งผู้วิจัยได้เคยแก้ไขปัญหานี้สำเร็จมาแล้วในกรณีของแขนกลอ่อนตัวข้อต่อเดียวโดยใช้กระบวนการควบคุมการเคลื่อนที่ของแขนกลแบบฟัซซี (Fuzzy Control) [6] แต่แขนกลอ่อนตัวข้อต่อเดียวไม่เหมาะสมกับการใช้งานบางประเภทที่ต้องการใช้การเคลื่อนที่คล้ายกับการยึดหรือหกดของแขนมนุษย์ ซึ่งมีสองข้อต่อใหญ่ คือจากไหล่ถึงข้อศอก และจากข้อศอกถึงข้อมือ นอกจากนี้ ประเด็นของการควบคุมแขนกลข้อต่อเดียวในปัจจุบันได้มีการศึกษาครอบคลุมไปเกือบทุกประเด็นปัญหาและมีชุดการทดลองมาจำหน่ายในเชิงพาณิชย์ [10] ดังนั้นแขนหุ่นยนต์อ่อนตัวสองข้อต่อจึงมีคุณลักษณะที่น่าสนใจอย่างมากในเชิงปฏิบัติการ

แต่ปัญหาประการสำคัญก็คือ การเกิดอันตรกิริยาจากเคลื่อนที่ระหว่างแขนอ่อนตัวสองข้อต่อใด ๆ ที่เชื่อมชิ้นอันตะของกระเป๋าลากในแต่ละช่วงซึ่งมีผลกระทบต่อกันและกัน การเคลื่อนที่ของแขนหุ่นยนต์ในช่วงข้อต่อหนึ่งขณะปฏิบัติงานอาจทำให้เกิดการกระตุ้นแบบแผนของการสั่น (vibration mode) ของแขนอีกช่วงข้อต่อหนึ่ง แขนหุ่นยนต์อ่อนตัวสองข้อต่อจึงมีความซับซ้อน มีความไม่เป็นเชิงเส้น (non-linearity) และยากต่อการควบคุมมากกว่าแขนกลอ่อนตัวแบบข้อต่อเดียวมาก ในการศึกษาส่วนที่เป็นการเชื่อมต่อชิ้นอันตะของส่วนประกอบหุ่นยนต์กระเป๋าลากเลื่อนอันมีแขนหุ่นยนต์อ่อนตัวสองข้อต่อใด ๆ เป็นรูปแบบพื้นฐานนั้น จะเกี่ยวข้องกับทำงานของการสั่นและผลกระทบในแขนกลอ่อนตัวระหว่างข้อต่อสองข้อต่อใด ๆ สร้างแบบจำลองคณิตศาสตร์สำหรับแขนกลชนิดนี้ ออกแบบระบบควบคุมอัจฉริยะ (Intelligent Control System) วิเคราะห์เสถียรภาพของระบบ สร้างแขนกลชนิดนี้และตัวควบคุมอัจฉริยะ (Intelligent Controller)

เมื่อเทียบงานวิจัยที่ได้ตีพิมพ์ไปแล้วระหว่างแขนหุ่นยนต์อ่อนตัวแบบข้อต่อเดียวกับแขนหุ่นยนต์อ่อนตัวแบบสองข้อต่อหรือหลายข้อต่อ พบว่า แขนหุ่นยนต์อ่อนตัวตั้งแต่สองข้อต่อขึ้นไปยังมีผู้ทำวิจัยในสัดส่วน

น้อยเมื่อเทียบกับแขนหุ่นยนต์อ่อนตัวแบบข้อต่อเดียว งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแขนหุ่นยนต์อ่อนตัวสองข้อต่อที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยนี้ในกรณีกระเปาะแปรงได้แก่ งานวิจัยสร้างแบบจำลองเชิงคณิตศาสตร์ของแขนกลอ่อนตัวสองข้อต่อ โดย Nicosia และคณะ [11] ซึ่งใช้วิธีแบบการกระจายแบบ Ritz (Ritz expansion) คล้ายกับงานวิจัยของ Park and Park [12] และการประมาณค่าแบบมิติจากัด สำหรับการทดลองที่ยืนยันความเที่ยงตรง (validity) ของแบบจำลองนั้นเป็นการสร้างแขนกลในลักษณะเดียวกันกับงานของ Cannon and Schmitz [2] แต่เป็นการขยายการพิจารณาผลกระทบที่เกิดขึ้นจากแขนหุ่นยนต์จากข้อต่อเดียวเป็นสองข้อต่อ อย่างไรก็ตามงานวิจัยนี้ยังต้องการการวิเคราะห์รูปแบบที่ไม่เป็นเชิงเส้น เพื่อให้งานวิจัยได้ครอบคลุมถึงกรณีที่มีสมบัติไม่เป็นเชิงเส้นอีกด้วย

งานวิจัยของ Yang และคณะ [13] ได้กล่าวถึงการสร้างแบบจำลองกระบวนการสั่นของแขนหุ่นยนต์อ่อนตัวหลายข้อ (multi-link flexible robot arms) และแต่ละข้อต่อใช้วิธีควบคุมแบบ Proportional-Derivative (PD) โดยมีการควบคุมแต่ละข้อต่อแบบเป็นอิสระต่อกัน แม้ว่างานวิจัยนี้มีการสร้างแบบจำลองตามกระบวนการสั่นในรูปเมตริกซ์ที่ลดรูปเหลือเพียง 2×2 เมตริกซ์ แต่การบรรยายเพียงสองหน้าไม่อาจครอบคลุมถึงรายละเอียดทั้งหมดที่มี โดยอาศัยความในวรรณกรรมปริทัศน์นี้จึงเป็นเพียงแก่นแนวทางในการดำเนินการแบบย่อเท่านั้น

Luca และ Siciliano [14] ใช้วิธีแบบ Lagrangian สร้างแบบจำลองเชิงคณิตศาสตร์ของแขนกลอ่อนตัวหลายข้อต่อแบบแขนบางตามโดยอาศัยทฤษฎีคานของ Euler-Bernoulli โดยตั้งสมมติฐานการสั่นเพียงสองแบบแผน (two vibration modes) ในแต่ละข้อต่อ งานวิจัยนี้ให้ตัวอย่างของแบบจำลองของแขนกลอ่อนตัวสองข้อต่อโดยสมมติเงื่อนไขขอบเขตแบบมวลคานกระหนาบ (clamped-mass boundary conditions) โดยอาศัยแนวทางจากงานวิจัย [2,15,16,17] อย่างไรก็ตามแบบจำลองยังไม่ครอบคลุมในกรณีที่มีการหน่วง (damping effects)

ในงานวิจัยของ Yazdizadeh และคณะ [18] ได้ใช้วิธีการระบุแบบจำลองระบบ (system identification) โดยวิธีการ Adaptive Time Delay Neural Network [19] ซึ่งเป็นระบบ MIMO (Multi-Input Multi-Output) ของระบบที่ไม่เป็นเชิงเส้น กับแขนหุ่นยนต์อ่อนตัวสองข้อต่อ วิธีการนี้ให้ผลดีโดยไม่จำเป็นต้องอาศัยการสอนแบบ Off-line training อย่างไรก็ตาม ในวิธีการตามบทความดังกล่าวข้างต้นยังไม่ได้มีการสร้างจริง เป็นเพียงการจำลองผลด้วยคอมพิวเตอร์เท่านั้น

ในส่วนการควบคุมแขนกลอ่อนตัวได้มีผู้ออกแบบและทำวิจัยแขนกลอ่อนตัวไว้หลายประเภทด้วยกัน อาจมีถึงร้อยกว่ารูปแบบที่ใช้ได้ ตัวอย่างเช่น การควบคุมแบบพีชชี [6] แบบ Input/command shaping [20] การควบคุมแบบ H_2 optimal control [21] การควบคุมแบบปรับตัวได้ (adaptive control) [22] การควบคุมแบบ singular perturbation [23] แบบ Quadratic d-Stability [24] และแบบ input preshaping เป็นต้น อย่างไรก็ตาม เมื่อคำนึงถึงการสร้างเทคโนโลยีของประเทศแบบที่สามารถพึ่งพาตนเองได้ งานวิจัย ดังกล่าวข้างต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และที่มีอีกมากที่ยังไม่ได้กล่าวถึง จึงเป็นเพียงแหล่งความรู้ที่ดี (knowledge resources) แต่ยังไม่ใช่วิธีการ (know-how) งานวิจัยนี้ จึงมุ่งสร้างทั้งองค์ความรู้และวิธีการทำตามแบบที่ผู้วิจัยและคณะมีความถนัด โดยอาศัยแนวทางตามระเบียบวิธีวิจัยดังแผนผังในหัวข้อต่อไป

อนึ่ง จะเห็นได้ว่าแขนงกลท่อนองดังกล่าวมีการศึกษามานานแล้ว ซึ่งส่วนใหญ่จะนำไปใช้ในอวกาศ เนื่องจากมีน้ำหนักเบาเหมาะแก่การขนส่ง ดังนั้นงานวิจัยนี้จะนำแขนงกลอ่อนตัวมาทำเป็นแขนงพับได้ใน กระเป๋าลากเลื่อนดังกล่าว อย่างไรก็ตาม เมื่อนำมาสร้างหุ่นยนต์ขงโคเพื่อนำไปใช้ในทุกแห่งหนานานา ประเทศ “ชงโค” จึงเป็นอุปกรณ์ส่วนบุคคลการเข้าถึงความเป็นเจ้าของหรือการแสดงตนในสิทธิการ ครอบครองและควบคุมมีความสำคัญยิ่ง ดังนั้นผู้วิจัยจะนำรหัสสลับอลวน (chaotic signal) สำหรับการพิสูจน์ ตนซึ่งเป็นสิทธิบัตรของคณะวิจัย [25] และเป็นเทคโนโลยีที่ได้จากการวิจัยโดยอาศัยทุนอุดหนุนวิจัยจาก วช. อันเป็นงบประมาณแผ่นดิน ปี 2553-2554 ในการเข้ารหัสลับรหัสมาใช้ควบคุมหุ่นยนต์ขงโค ซึ่งจะทำให้ ระบบมีการแสดงตนหรือแสดงบุคคลที่เป็นเจ้าของกล่าวคือ ผู้มีใจเจ้าของมีอาจใช้สิทธิควบคุมหุ่นยนต์นี้ได้ ซึ่งจะปลอดภัยในกรณีประยุกต์ใช้ในงานที่ต้องการรักษาความปลอดภัยต่างๆ นอกจากนี้ ในการทดสอบ ความทนทานจะใช้การยิงสัญญาณอลวนไปรบกวนบริเวณทำงานของหุ่นยนต์ โดยอาศัยสมการอลวนแบบ Chua ดังแสดงใน [26] อนึ่ง “หุ่นยนต์ขงโคฉบับกระเป๋าลากเลื่อน” ยังสามารถรวมเป็นส่วนหนึ่งของการ ศึกษาพลศาสตร์แบบไม่เป็นเชิงเส้นของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เชิงกล โดยใช้ร่วมกับบล็อกรสร้างสัญญาณ ออลวนแอนกประสงค์ที่ผู้วิจัยเป็นผู้นำเสนอใน [27] ได้อีกด้วย ดังจะได้กล่าวถึงการออกแบบและสร้างซึ่ง นำเสนอการสร้างในบทต่อไป

2.2 ระบบเครือข่ายสื่อสารระหว่างหุ่นยนต์กระเป๋าลากเลื่อน

ในหัวข้อ 2.1 เป็นการทบทวนวรรณกรรมที่ผ่านมาเชิงพลศาสตร์และโครงสร้างทางด้านระบบควบคุม ของหุ่นยนต์ ทว่า ไม่ได้ครอบคลุมถึงการเชื่อมต่อระหว่างหุ่นยนต์ที่มีมากกว่าสองตัวซึ่งสามารถนำไปใช้งาน เป็นระบบเครือข่ายเพื่อเป็นสถานีย่อยให้บริการ Wi-Fi หรือเชื่อมต่อกับดาวเทียมในกรณีที่ระบบเครือข่าย สื่อสารหลักล่มสลายในยามประสบพิบัติภัยหรือในงานการทหาร การปราบจราจรหรือการก่อการร้าย [28] ได้อีกด้วย ซึ่งมีวรรณกรรมที่นำมาเสนอพอเป็นสังเขปดังนี้

งานวิจัย [29] การศึกษาการออกแบบเครือข่ายไร้สายแบบเมฆในการสนับสนุนทีมช่วยเหลือในพื้นที่ ประสบภัยขนาดใหญ่ ในสถานการณ์ที่โครงสร้างพื้นฐานการสื่อสารถูกทำลายและได้ใช้การสื่อสารผ่าน ดาวเทียมระยะไกลเข้ามาผสมเพื่อเพิ่มระยะทางการส่งข้อมูลระหว่างศูนย์ช่วยเหลือและพื้นที่ประสบภัยพิบัติ ในด้านโปรแกรมประยุกต์ได้ร่วมฟังก์ชันการทำงานที่เป็นประโยชน์แก่การช่วยเหลือในสถานการณ์ฉุกเฉิน ไว้ เช่น การส่งสื่อมัลติมีเดีย อุปกรณ์ตรวจจับ-สภาพแวดล้อมต่างๆ

งานวิจัย [30-33] การทดสอบคุณลักษณะการทำงาน ในด้านต่างๆ ผ่านการจำลองด้วยโปรแกรม NS-02 เพื่อสร้างต้นแบบการทำงานของสัญญาณวิทยุ ให้มีคุณลักษณะเหมือนกับในสภาพแวดล้อมจริงได้ทุกอย่าง

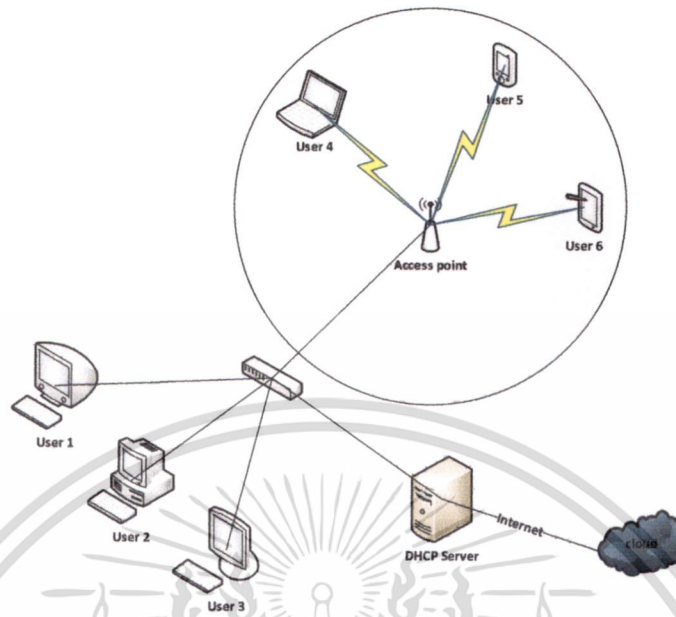
งานวิจัย [34-35] การศึกษาที่เกี่ยวข้องกับเน็ตเวิร์คไร้สายเฉพาะกิจในสภาวะแวดล้อมจริงเพื่อทดสอบประสิทธิภาพเพื่อการใช้งานเฉพาะด้าน

อนึ่ง ระบบเครือข่ายไร้สายที่มีเสถียรภาพที่ยอมรับกันในปัจจุบันและได้รับความสนใจใช้งานแพร่หลายคือ เครือข่ายไร้สายภายใต้มาตรฐาน IEEE 802.11 (Wireless Network)

ระบบเครือข่ายไร้สาย [36] เป็นเทคโนโลยีที่ช่วยให้การติดต่อสื่อสารระหว่างกลุ่มของอุปกรณ์เครือข่ายสามารถสื่อสารกันได้ โดยปราศจากการใช้สายสัญญาณในการเชื่อมต่อ แต่จะใช้คลื่นวิทยุเป็นช่องทางการสื่อสารแทน การรับส่งข้อมูลระหว่างกันจะผ่านทางอากาศ ทำให้ไม่ต้องเดินสายสัญญาณและติดตั้งใช้งานได้สะดวกขึ้น ระบบเครือข่ายไร้สายใช้แม่เหล็กไฟฟ้าผ่านอากาศเพื่อรับส่งข้อมูลข่าวสารระหว่างอุปกรณ์เครือข่าย โดยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้านี้อาจเป็นคลื่นวิทยุหรืออินฟราเรดก็ได้ การเชื่อมต่อเครือข่ายไร้สายมี 3 รูปแบบ ดังนี้

2.2.1 การเชื่อมต่อแบบ Infrastructure

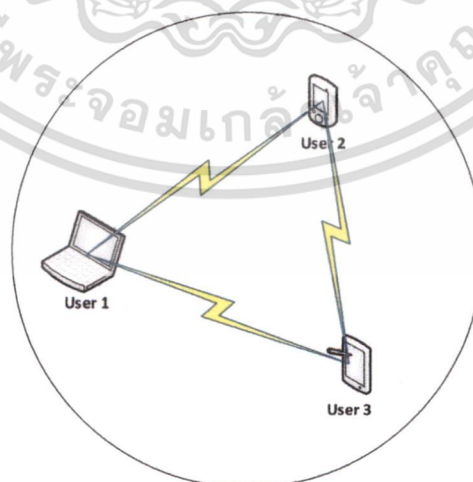
โดยทั่วไปแล้วอุปกรณ์ในเครือข่าย IEEE 802.11 WLA จะเชื่อมต่อกันในลักษณะของโหมด Infrastructure ซึ่งเป็นโหมดที่อนุญาตให้อุปกรณ์ ภายใน WLAN สามารถเชื่อมต่อกับเครือข่ายอื่นได้ ในโหมด Infrastructure นี้ เครือข่าย IEEE 802.11 WLAN จะประกอบไปด้วยอุปกรณ์ 2 ประเภทได้แก่ สถานีผู้ใช้ (Client) ซึ่งก็คืออุปกรณ์คอมพิวเตอร์ (Desktop, Laptop, หรือ PDA ต่างๆ) ที่มีอุปกรณ์ Client Adapter เพื่อใช้รับส่งข้อมูลผ่าน IEEE 802.11 WLAN และสถานีแม่ข่าย (Access Point) ซึ่งทำหน้าที่ต่อเชื่อมสถานีผู้ใช้เข้ากับเครือข่ายอื่น (ซึ่งโดยปกติจะเป็นเครือข่าย IEEE 802.3 Ethernet LAN) การทำงานในโหมด Infrastructure มีพื้นฐานมาจากระบบเครือข่ายโทรศัพท์มือถือ กล่าวคือสถานีผู้ใช้จะสามารถรับส่งข้อมูลโดยตรงกับสถานีแม่ข่าย (Access Point) ที่ให้บริการแก่สถานีผู้ใช้นั้นอยู่เท่านั้น ส่วนสถานีแม่ข่ายจะทำหน้าที่ส่งต่อข้อมูลที่ได้รับจากสถานีผู้ใช้ไปยังจุดหมายปลายทางหรือส่งต่อข้อมูลที่ได้รับจากเครือข่ายอื่นมายังสถานีผู้ใช้ ดังแสดงในภาพที่ 2.2 โดยในที่นี้เพื่อความสะดวกในการพิจารณาในแง่การสื่อสารตามปฏิบัติการที่คุ้นเคยเราสามารถแทนเครือข่ายหุ่นยนต์กระเป๋าลากเลื่อนด้วยเครือข่ายคอมพิวเตอร์และโทรศัพท์มือถือเนื่องจากโหมดการสื่อสารของหุ่นยนต์กระเป๋าลากเลื่อนนั้นเป็นแบบสมองกลฝั่งตัว



ภาพที่ 2.2 การเชื่อมต่อแบบ Infrastructure

2.2.2 การเชื่อมต่อแบบ Peer-to-Peer

เครือข่าย IEEE 802.11 WLAN ในโหมด Ad-Hoc หรือ Peer-to-Peer เป็นเครือข่ายที่ปิดคือไม่มีสถานีแม่ข่ายและไม่มี การเชื่อมต่อ กับเครือข่ายอื่น บริเวณของเครือข่าย IEEE 802.11 WLAN ในโหมด Ad-Hoc จะถูกเรียกว่า Independent Basic Service Set (IBSS) ซึ่งสถานีผู้ใช้หนึ่งสามารถติดต่อสื่อสารข้อมูลกับสถานี ผู้ใช้อื่นๆ ในเขต IBSS เดียวกัน ได้โดยตรง โดยไม่ต้องผ่านสถานีแม่ข่ายหรือ Access Point แต่สถานีผู้ใช้จะไม่สามารถรับส่งข้อมูลกับเครือข่ายอื่นๆ ได้ ดังแสดงในภาพที่ 2.3

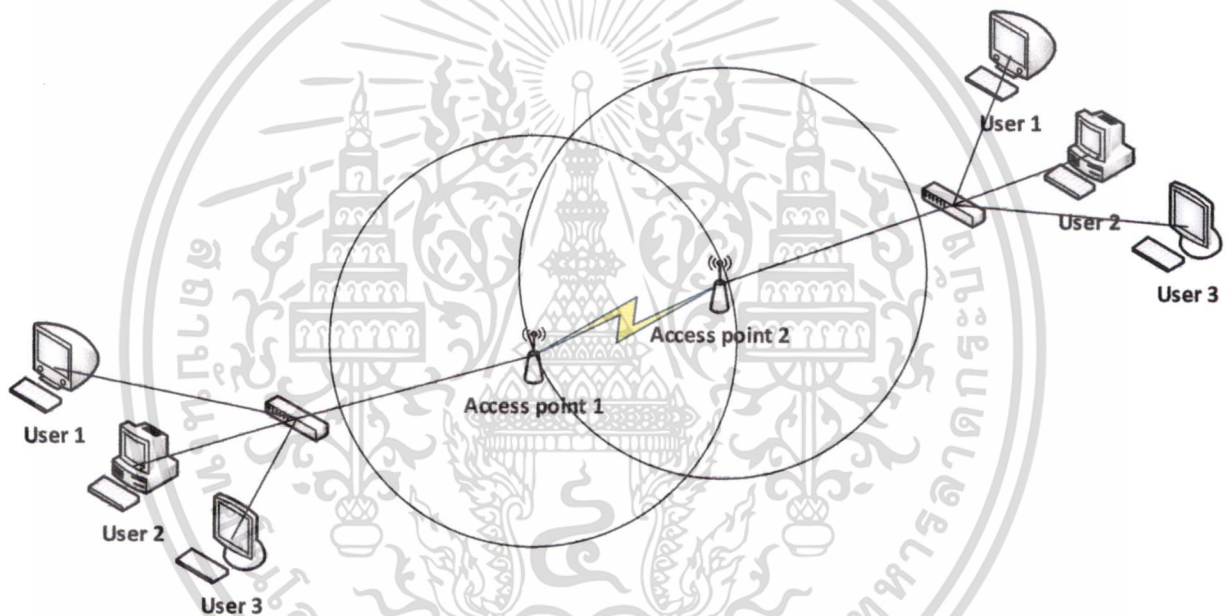


ภาพที่ 2.3 การเชื่อมต่อแบบ Peer-to-Peer

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.3 การเชื่อมต่อแบบ Point-to-Point

การเชื่อมต่อแบบนี้ชื่อเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า Wireless Distributed System (WDS) คือระบบที่เชื่อมต่อด้วย Access Point หลายตัวภายใต้ Protocol 802.11 ให้สามารถแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างกันได้ แทนการใช้ Network Backbone ที่ใช้สายแบบที่เป็นตามปกติทั่วไป ซึ่งแตกต่างจากวิธีอื่น คือใช้วิธีพินิจ MAC Address ของ Package ที่ส่งผ่านการเชื่อมต่อระหว่าง Access Point อ้างผ่าน MAC Address และแต่ละ Access Point จะต้องมี Channel และ Encryption Method เดียวกัน โดยการทำงานอาจพูดได้ว่าเป็น Repeater & Bridge แต่ก็มีข้อเสียคือ Throughput จะลดลงไปครึ่งหนึ่ง ดังแสดงในภาพที่ 2.4



ภาพที่ 2.4 การเชื่อมต่อแบบ Point-to-Point

บทนี้ ทบทวนวรรณกรรมสองส่วนใหญ่มากคือ ส่วนที่เกี่ยวกับการสร้างระบบควบคุมและส่วนที่เกี่ยวข้องกับการสร้างระบบสื่อสาร โดยส่วนที่หนึ่งจะนำไปใช้เป็นแนวคิดในการสร้างการควบคุมหุ่นยนต์กระเปาะลากเลื่อน ส่วนในส่วนที่สองจะนำไปใช้ในการสร้างการสื่อสารระหว่างหุ่นยนต์กระเปาะลากเลื่อนเพื่อที่จะนำไปประยุกต์ดังจะแสดงในบทต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

หลักการออกแบบ

บทนี้กล่าวถึงการออกแบบหุ่นยนต์กระเป๋าลากเลื่อนในการปฏิสังสรรค์กับมนุษย์เมื่ออยู่ในโหมดอัตโนมัติ เพื่อให้เกิดความปลอดภัยกับผู้ใช้และเป็นการบริหารพื้นที่ทำงาน (working space) โดยพิจารณาดำเนินการของต่าง ๆ ได้แล้ว พิจารณาความเร็วในการเคลื่อนที่ของมนุษย์ที่อยู่รอบข้างด้วย อีกทั้งให้ระดับความสำคัญของการติดตามและหลบหลีกมนุษย์มากกว่าสิ่งกีดขวางทั่วไป โดยอาศัยแผนภาพ (diagram) เพื่ออธิบายทุกสถานการณ์การเคลื่อนที่ ซึ่งไม่เพียงสามารถหลบหลีกสิ่งกีดขวางไปสู่เป้าหมายได้ โดยคำนึงถึงการใช้พื้นที่เป็นสำคัญและอาศัยการทบทวนวรรณกรรมที่ได้กล่าวในบทที่แล้วเป็นแนวทางในการดำเนินการพิจารณาดังมีรายละเอียดดังนี้

3.1 พื้นที่ทำงาน

ในการออกแบบการนำทางของหุ่นยนต์ในบริเวณที่มีมนุษย์อยู่ด้วยนั้น การเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์นอกจากจะสามารถหลบหลีกสิ่งกีดขวาง(ทั้งมนุษย์และสิ่งของ) ได้แล้ว การเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ยังต้องสนใจทั้งตำแหน่ง ลักษณะท่าทางและความเร็วในการเคลื่อนที่ของมนุษย์อีกด้วย เพราะข้อมูลเหล่านี้สามารถนำมาออกแบบการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ให้มนุษย์เกิดความรู้สึกปลอดภัย ในการออกแบบหุ่นยนต์กระเป๋าลากเลื่อนจะอาศัยการประยุกต์ [36-44] เพื่อออกแบบพื้นที่อ่อนไหว (sensitive space) ในกรณีที่มนุษย์และหุ่นยนต์ต้องอยู่ร่วมกัน

3.1.1 พื้นที่อ่อนไหวต่อมนุษย์

เมื่อหุ่นยนต์เข้ามาใกล้ มนุษย์จะรู้สึกไม่ปลอดภัยเสมือนมีคนแปลกหน้าอยู่ใกล้ ๆ ดังนั้นจึงกำหนดพื้นที่ส่วนตัวของมนุษย์ ซึ่งหมายความว่ามนุษย์จะยังมีความรู้สึกปลอดภัยตราบที่ยังไม่มีหุ่นยนต์เข้ามาภายในพื้นที่ โดยลักษณะของการกำหนดพื้นที่นี้จะเป็นรูปร่างกลมเมื่อมนุษย์ไม่มีการเคลื่อนที่ โดยมีมนุษย์เป็นจุดศูนย์กลางวงกลมและมีรัศมีของวงกลมขึ้นกับลักษณะท่าทางหรือลักษณะทางกายภาพต่าง ๆ ที่ต้องการความปลอดภัย เช่นท่าทางการนั่งอาจต้องมีรัศมีมากกว่าท่าทางการยืน ผู้สูงอายุหรือเด็กอาจมีค่ารัศมีมากกว่าคนหนุ่มสาว หรือผู้หญิงอาจมีค่ารัศมีมากกว่าผู้ชาย แสดงดังภาพรูปที่ 3.1(ก) นอกจากนี้ สำหรับมนุษย์เมื่อมีการเคลื่อนที่จะมีลักษณะดังรูป 1(ข) นั่นคือบริเวณด้านหลังของการเคลื่อนที่จะเป็นลักษณะครึ่งวงกลมและบริเวณด้านหน้าจะเป็นลักษณะครึ่งวงรี โดยความยาวแกนโทเป็นค่าคงที่ขึ้นกับลักษณะทางกายภาพ ส่วนความยาวแกนเอกเป็นสัดส่วนกับความเร็วในการเคลื่อนที่ของมนุษย์

บทที่ 3

หลักการออกแบบ

บทนี้กล่าวถึงการออกแบบหุ่นยนต์กระเป๋าลากเลื่อนในการปฏิสังสรรค์กับมนุษย์เมื่ออยู่ในโหมดอัตโนมัติ เพื่อให้เกิดความปลอดภัยกับผู้ใช้และเป็นการบริหารพื้นที่ทำงาน (working space) โดยพิจารณาคำแห่งสิ่งของต่าง ๆ ได้แล้ว พิจารณาความเร็วในการเคลื่อนที่ของมนุษย์ที่อยู่รอบข้างด้วย อีกทั้งให้ระดับความสำคัญของการติดตามและหลบหลีกมนุษย์มากกว่าสิ่งกีดขวางทั่วไป โดยอาศัยแผนภาพ (diagram) เพื่ออธิบายทุกสถานการณ์การเคลื่อนที่ ซึ่งไม่เพียงสามารถหลบหลีกสิ่งกีดขวางไปสู่เป้าหมายได้ โดยคำนึงถึงการใช้พื้นที่ที่สำคัญและอาศัยการทบทวนวรรณกรรมที่ได้กล่าวในบทที่แล้วเป็นแนวทางในการดำเนินการพิจารณาดังมีรายละเอียดดังนี้

3.1 พื้นที่ทำงาน

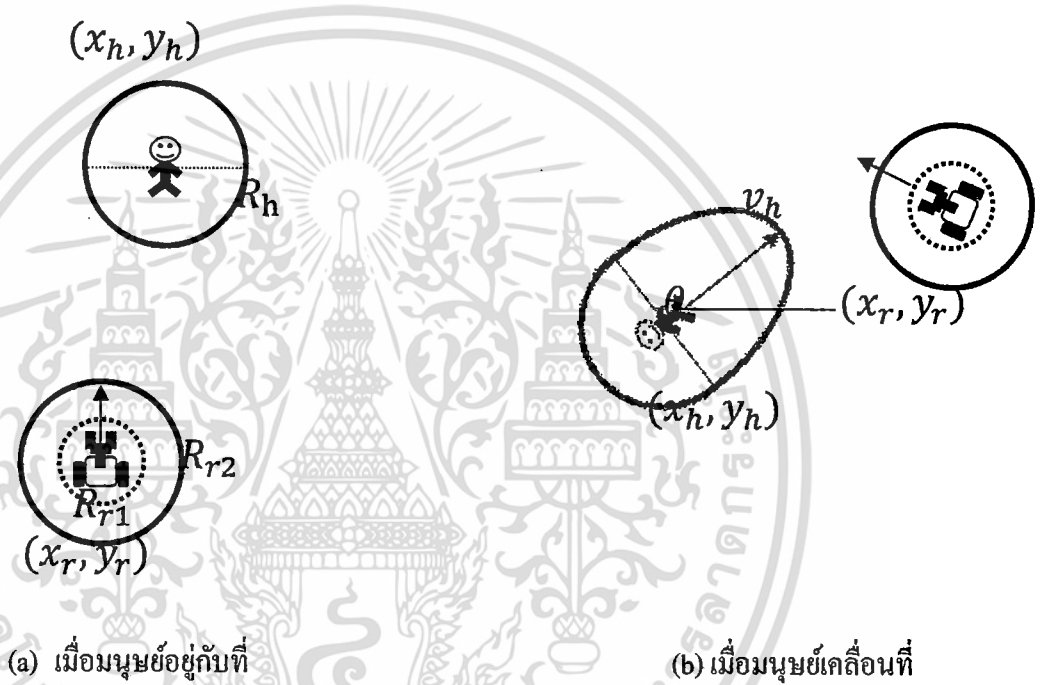
ในการออกแบบการนำทางของหุ่นยนต์ในบริเวณที่มีมนุษย์อยู่ด้วยนั้น การเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์นอกจากจะสามารถหลบหลีกสิ่งกีดขวาง(ทั้งมนุษย์และสิ่งของ) ได้แล้ว การเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ยังต้องสนใจทั้งตำแหน่ง ลักษณะท่าทางและความเร็วในการเคลื่อนที่ของมนุษย์อีกด้วย เพราะข้อมูลเหล่านี้สามารถนำมาออกแบบการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ให้มนุษย์เกิดความรู้สึกปลอดภัย ในการออกแบบหุ่นยนต์กระเป๋าลากเลื่อนจะอาศัยการประยุกต์ [36-44] เพื่อออกแบบพื้นที่อ่อนไหว (sensitive space) ในกรณีที่มีมนุษย์และหุ่นยนต์ต้องอยู่ร่วมกัน

3.1.1 พื้นที่อ่อนไหวต่อมนุษย์

เมื่อหุ่นยนต์เข้ามาใกล้ มนุษย์จะรู้สึกไม่ปลอดภัยเสมือนมีคนแปลกหน้าอยู่ใกล้ ๆ ดังนั้นจึงกำหนดพื้นที่ส่วนตัวของมนุษย์ ซึ่งหมายความว่ามนุษย์จะยังมีความรู้สึกปลอดภัยตราบที่ยังไม่มีหุ่นยนต์เข้ามาภายในพื้นที่ โดยลักษณะของการกำหนดพื้นที่นี้จะเป็นรูปร่างกลมเมื่อมนุษย์ไม่มีการเคลื่อนที่ โดยมีมนุษย์เป็นจุดศูนย์กลางวงกลมและมีรัศมีของวงกลมขึ้นกับลักษณะท่าทางหรือลักษณะทางกายภาพต่าง ๆ ที่ต้องการความปลอดภัย เช่นท่าทางการนั่งอาจต้องมีรัศมีมากกว่าท่าทางการยืน ผู้สูงอายุหรือเด็กอาจมีรัศมีมากกว่าคนหนุ่มสาว หรือผู้หญิงอาจมีรัศมีมากกว่าผู้ชาย แสดงดังภาพรูปที่ 3.1(ก) นอกจากนี้ สำหรับมนุษย์เมื่อมีการเคลื่อนที่จะมีลักษณะดังรูป 1(ข) นั่นคือบริเวณด้านหลังของการเคลื่อนที่จะเป็นลักษณะครึ่งวงกลมและบริเวณด้านหน้าจะเป็นลักษณะครึ่งวงรี โดยความยาวแกนโทเป็นค่าคงที่ขึ้นกับลักษณะทางกายภาพ ส่วนความยาวแกนเอกเป็นสัดส่วนกับความเร็วในการเคลื่อนที่ของมนุษย์

3.1.2 พื้นที่อ่อนไหวต่อหุ่นยนต์

เราสามารถออกแบบพื้นที่อ่อนไหวต่อหุ่นยนต์ดังนี้ เมื่อหุ่นยนต์มีการเคลื่อนที่ ดังภาพที่ 3.1 นั่นคือไม่ว่าหุ่นยนต์อยู่กับที่หรือเคลื่อนที่ก็จะมีลักษณะของพื้นที่คล้าย โคนัทนั้นคือประกอบด้วยวงกลม 2 ชั้น โดยวงกลมชั้นในคือพื้นที่การทำงานของหุ่นยนต์ขณะปัจจุบัน และวงกลมชั้นนอกคือพื้นที่การทำงานของหุ่นยนต์ในอนาคตที่หุ่นยนต์จะเคลื่อนที่ไปในเวลาสั้น ๆ



ภาพที่ 3.1 พื้นที่อ่อนไหวของมนุษย์และหุ่นยนต์

3.1.3 เงื่อนไขสำหรับพื้นที่อ่อนไหว

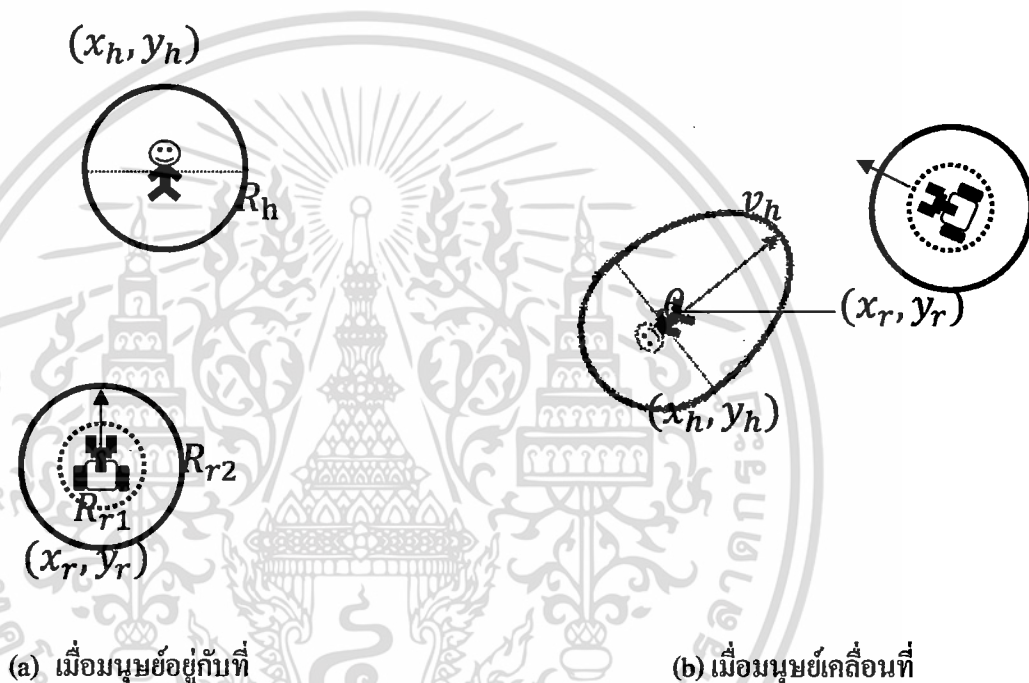
พิจารณาภาพที่ 3.1(ก) กรณีที่มนุษย์อยู่กับที่ ณ ตำแหน่ง (x_h, y_h) มีรัศมีของวงพื้นที่อ่อนไหวเท่ากับ R_h และหุ่นยนต์เคลื่อนที่อยู่ ณ ตำแหน่ง (x_r, y_r) โดยมีรัศมีของพื้นที่อ่อนไหวของหุ่นยนต์แสดงเป็นวงกลมชั้นในและวงกลมชั้นนอก R_{r1} และ R_{r2} ตามลำดับ ดังนั้นเงื่อนไขของการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ที่ทำให้มนุษย์รู้สึกปลอดภัยคือต้องไม่มีส่วนใดของพื้นที่อ่อนไหวของทั้งมนุษย์และหุ่นยนต์ ซ้อนทับกัน แสดงเงื่อนไขดังสมการที่ (1)

$$\sqrt{(x_{r_i} - x_{h_i})^2 + (y_{r_i} - y_{h_i})^2} > R_h + R_{r2} \quad (1)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.2 พื้นที่อ่อนไหวต่อหุ่นยนต์

เราสามารถออกแบบพื้นที่อ่อนไหวต่อหุ่นยนต์ดังนี้ เมื่อหุ่นยนต์มีการเคลื่อนที่ ดังภาพที่ 3.1 นั่นคือไม่ว่าหุ่นยนต์อยู่กับที่หรือเคลื่อนที่ก็จะมีลักษณะของพื้นที่คล้ายโค้นที่นั่นคือประกอบด้วยวงกลม 2 ชั้น โดยวงกลมชั้นในคือพื้นที่การทำงานของหุ่นยนต์ขณะปัจจุบัน และวงกลมชั้นนอกคือพื้นที่การทำงานของหุ่นยนต์ในอนาคตที่หุ่นยนต์จะเคลื่อนที่ไปในเวลาสั้น ๆ



ภาพที่ 3.1 พื้นที่อ่อนไหวของมนุษย์และหุ่นยนต์

3.1.3 เงื่อนไขสำหรับพื้นที่อ่อนไหว

พิจารณาภาพที่ 3.1(ก) กรณีที่มนุษย์อยู่กับที่ ณ ตำแหน่ง (x_h, y_h) มีค่ารัศมีของวงพื้นที่อ่อนไหวเท่ากับ R_h และหุ่นยนต์เคลื่อนที่อยู่ ณ ตำแหน่ง (x_r, y_r) โดยมีค่ารัศมีของพื้นที่อ่อนไหวของหุ่นยนต์แสดงเป็นวงกลมชั้นในและวงกลมชั้นนอก R_{r1} และ R_{r2} ตามลำดับ ดังนั้นเงื่อนไขของการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ที่ทำให้มนุษย์รู้สึกปลอดภัยคือต้องไม่มีส่วนใดของพื้นที่อ่อนไหวของทั้งมนุษย์และหุ่นยนต์ ซ้อนทับกัน แสดงเงื่อนไขดังสมการที่ (1)

$$\sqrt{(x_{r_i} - x_{h_i})^2 + (y_{r_i} - y_{h_i})^2} > R_h + R_{r2} \quad (1)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พิจารณาภาพ 3.1(ข) กรณีที่มนุษย์เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว v_h ในทิศทางทำมุม θ กับแกน $+x$ โดยมีลักษณะพื้นที่อ่อนไหวของมนุษย์เป็นรูปครึ่งวงกลมรัศมี R_h ในทิศตรงข้ามกับการเคลื่อนที่(ด้านหลังมนุษย์) และเป็นครึ่งวงรีในทิศทางเดียวกับการเคลื่อนที่(ด้านหน้าของมนุษย์) โดยในงานวิจัยของ Lam และคณะ [42] ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวแกนเอก a_i และความยาวแกนโท b_i เป็นไปในลักษณะเชิงเส้นซึ่งในงานวิจัยของ โค โกอินเตอร์นี้มองว่าความปลอดภัยภายในพื้นที่ใช้งานเป็นสิ่งสำคัญและต้องให้ความสำคัญมาก โดยเฉพาะเมื่อมนุษย์เคลื่อนที่ด้วยความเร็วที่มากขึ้นในที่ชุมชน ความปลอดภัยควรที่จะมีมากขึ้นกว่าปกติอย่างมาก กระเป๋าคอมพิวเตอร์ไม่ควรวิ่งชนมนุษย์ ดังนั้นควรจะเป็นลักษณะของฟังก์ชันเพิ่มในรูปของสมการเอ็กโพเนนเชียล ดังสมการ (2)

$$a_i = b_i + \alpha v_{h_i}^2 \quad (2)$$

เมื่อ α คือค่าคงที่, v_{h_i} คือความเร็วของมนุษย์ ณ คาบการสุ่มที่ i และเงื่อนไขของการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ต้องไม่มีส่วนใดของพื้นที่อ่อนไหวของทั้งสองวงซ้อนทับกัน แสดงดังสมการที่ (3)

$$\frac{(x_{r_i} \cdot \cos\theta_i + y_{r_i} \cdot \sin\theta_i - x_{h_i})^2}{a^2} + \frac{(-x_{r_i} \cdot \sin\theta_i + y_{r_i} \cdot \cos\theta_i - y_{h_i})^2}{b^2} > 1$$

$$A(x_{r_i} - x_{h_i})^2 + B(y_{r_i} - y_{h_i})^2 + C(x_{r_i} - x_{h_i})(y_{r_i} - y_{h_i}) > 1 \quad (3)$$

เมื่อ $A = \frac{\cos^2\theta_i}{a^2} + \frac{\sin^2\theta_i}{b^2}$, $B = \frac{\sin^2\theta_i}{a^2} + \frac{\cos^2\theta_i}{b^2}$ และ $C = \left(\frac{1}{a^2} - \frac{1}{b^2}\right) \sin 2\theta_i$ จากสมการที่ (3) เมื่อมนุษย์อยู่กับที่ จะทำให้สมการที่ 3 กลายเป็น $a_i = b_i = R_h$ นั่นคือ พื้นที่อ่อนไหวเป็นลักษณะของวงกลม

3.2 ดัชนีชีวิตและฟังก์ชันวัตถุประสงค์

ในการออกแบบการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ให้สามารถหลบหลีกสิ่งกีดขวางทั้งที่เป็นสิ่งของและมนุษย์ได้นั้น เงื่อนไขในการเคลื่อนที่ที่ต้องสอดคล้องกับฟังก์ชันจุดประสงค์(Objective Function) ซึ่งฟังก์ชันนี้จะประกอบด้วยหลายปัจจัยที่จะต้องพิจารณาดังต่อไปนี้เพื่อให้เส้นทางเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ไปหาเป้าหมายมีระยะทางที่สั้นที่สุด อีกทั้งยังทำให้มนุษย์รู้สึกปลอดภัยและผ่อนคลายอีกด้วย

3.2.1 คำนีปัจจัยด้านความปลอดภัย

ปัจจัยแรกเรียกว่าปัจจัยด้านความปลอดภัย(unsafety factor) กำหนดโดยพิจารณาในรูปของระยะห่างระหว่างหุ่นยนต์และมนุษย์ที่อยู่ใกล้ที่สุด นั่นคือมนุษย์จะรู้สึกไม่ปลอดภัยมากถ้าระยะห่างระหว่างมนุษย์และหุ่นยนต์มีค่าน้อย และในทางตรงกันข้ามมนุษย์ก็จะรู้สึกไม่ปลอดภัยน้อยถ้าระยะห่างระหว่างมนุษย์และหุ่นยนต์มีค่ามาก ซึ่งในงานวิจัยนี้ไม่สนใจสถานการณ์ที่มนุษย์และหุ่นยนต์ต้องอยู่ใกล้กันเพื่อติดต่อสื่อสารเพราะกระเป๋าคือหุ่นยนต์อยู่ในพื้นที่ที่สายตาสามารถมองเห็นได้ จึงกำหนดตำแหน่งของหุ่นยนต์ในแต่ละพิกัดคู่อันดับ (x_{r_i}, y_{r_i}) โดยให้ค่าดัชนีปัจจัยความปลอดภัย $D_{us}(x_{r_i}, y_{r_i})$ มีค่าเปลี่ยนแปลงเป็นสัดส่วนแบบผกผันกับระยะห่างระหว่างหุ่นยนต์และมนุษย์ที่อยู่ใกล้ที่สุดตามสมการ (4)

$$D_{us}(x_{r_i}, y_{r_i}) = \begin{cases} \infty & \text{เมื่อ } D_h(x_{r_i}, y_{r_i}) \leq (R_h + R_r) \\ \left[\frac{R_h + R_r}{D_h(x_{r_i}, y_{r_i})} \right] & \text{เมื่อ } D_h(x_{r_i}, y_{r_i}) > (R_h + R_r) \end{cases} \quad (4)$$

เมื่อ $D_h(x_{r_i}, y_{r_i})$ คือระยะทางจากหุ่นยนต์ ณ ตำแหน่ง (x_{r_i}, y_{r_i}) ไปยังมนุษย์ที่อยู่ใกล้ที่สุด

3.2.2 คำนีปัจจัยตระหนกทันด่วน

ปัจจัยนี้เรียกว่าปัจจัยที่เกิดจากตระหนกทันด่วน (surprise factor) นั่นคือมนุษย์จะรู้สึกตระหนกทันด่วนเมื่อเจอหุ่นยนต์ทันทีทันใด สถานการณ์นี้เกิดเมื่อมนุษย์อยู่ด้านหลังสิ่งกีดขวาง และหุ่นยนต์อยู่ด้านหน้าสิ่งกีดขวางเคลื่อนที่ผ่านมาพบกับมนุษย์ในทันทีทันใด ดังนั้นในสถานการณ์นี้จะกำหนดให้สิ่งกีดขวางที่อยู่ระหว่างมนุษย์และหุ่นยนต์เป็นสิ่งกีดขวางตระหนกทันด่วน (surprise obstacle) ซึ่งสิ่งกีดขวางนี้จะมีค่า คำนีปัจจัยตระหนกทันด่วน (D_{sp}) นั่นคือสิ่งกีดขวางชนิดนี้จะมีค่า D_{sp} เกิดขึ้น แต่ในขณะที่สิ่งกีดขวางอื่นที่ไม่ได้เป็นสิ่งกีดขวางตระหนกทันด่วนก็จะไม่มีค่านี โดยค่า D_{sp} จะมีค่ามากเมื่ออยู่ใกล้สิ่งกีดขวางเพราะมีโอกาสที่จะทำให้มนุษย์ตกใจมากเมื่อหุ่นยนต์เคลื่อนที่ผ่านสิ่งกีดขวาง และในทางตรงกันข้าม บริเวณที่ห่างสิ่งกีดขวางออกไปก็จะมีค่า D_{sp} ลดลงเสมือนหนึ่งหุ่นยนต์เคลื่อนที่ออกมาในบริเวณที่เป็นมุมอับ โดยการเปลี่ยนแปลงของค่า D_{sp} จะเป็นลักษณะเชิงเส้นดังสมการ (5)

$$D_{sp}(x_{r_i}, y_{r_i}) = \beta - \frac{\beta \cdot D_o(x_{r_i}, y_{r_i})}{\gamma} \quad (5)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อ β คือค่าดัชนีตระหนกทันด่วนสูงสุด, γ คือระยะห่างจากสิ่งกีดขวางที่ทำให้ค่าค่าดัชนีตระหนกทันด่วนเป็น 0 และ $D_o(x_{r_i}, y_{r_i})$ คือระยะทางที่ใกล้ที่สุดระหว่างหุ่นยนต์และสิ่งกีดขวางที่ทำให้เกิด ค่าดัชนีตระหนกทันด่วน

3.2.3 ดัชนีปัจจัยตำแหน่งเป้าหมาย

คือปัจจัยซึ่งพิจารณาค่าแห่งของเป้าหมาย (x_g, y_g) โดยกระเป่าหุ่นยนต์จะพยายามเคลื่อนที่ไปในทิศทางที่ใกล้กับตำแหน่งของเป้าหมาย โดยระยะห่างระหว่างหุ่นยนต์กับเป้าหมายแสดงดังสมการ ดังสมการ (6)

$$D_{go}(x_{r_i}, y_{r_i}) = \sqrt{(x_{r_i} - x_g)^2 + (y_{r_i} - y_g)^2} \quad (6)$$

3.2.4 ฟังก์ชันวัตถุประสงค์

ในการออกแบบทิศทางการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์นั้นต้องเป็นทิศทางที่ทำให้ผลรวมของฟังก์ชันจุดประสงค์(objective function) ในแต่ละตำแหน่งของการเคลื่อนที่มีค่าน้อยที่สุด นั่นคือในแต่ละมุม θ_i (ค่ามุม ณ คาบการสุ่มที่ i) มีตำแหน่งทั้งหมด n ตำแหน่งของการเคลื่อนที่ต้องมีค่าสอดคล้องกับการดำเนินการปรับปรุงค่าดัชนีน้อยสุด (minimum indices) ดังนั้นฟังก์ชันวัตถุประสงค์ของการเคลื่อนที่ที่มีสิ่งกีดขวางตระหนกทันด่วนและไม่มีสิ่งกีดขวางดังกล่าวสามารถ แสดงดังสมการที่ 7 และ 8 ตามลำดับ

$$f_{obj}(x_{r_i}, y_{r_i}) = \sum_{j=1}^n \{k_1 D_{go}(x_j, y_j) + k_2 D_{us}(x_j, y_j) + k_3 D_{sp}(x_j, y_j)\} \quad (7)$$

$$f_{obj}(x_{r_i}, y_{r_i}) = \sum_{j=1}^n \{k_1 D_{go}(x_j, y_j) + k_2 D_{us}(x_j, y_j)\} \quad (8)$$

เมื่อ k_1, k_2 และ k_3 คือถ่วงน้ำหนักปริมาณสเกลาร์ โดยจะกำหนดฟังก์ชันเป้าหมายนี้ตามสถานการณ์ซึ่งจากเทคนิคแผนภาพการนำร่องอิงศูนย์กลางคนใกล้สุด โดยทิศทางที่หุ่นยนต์จะเคลื่อนที่ไปจะเป็นทิศทางที่ทำให้ค่า ฟังก์ชันเป้าหมายมีค่าน้อยที่สุด ดังแสดงในหัวข้อถัดไป

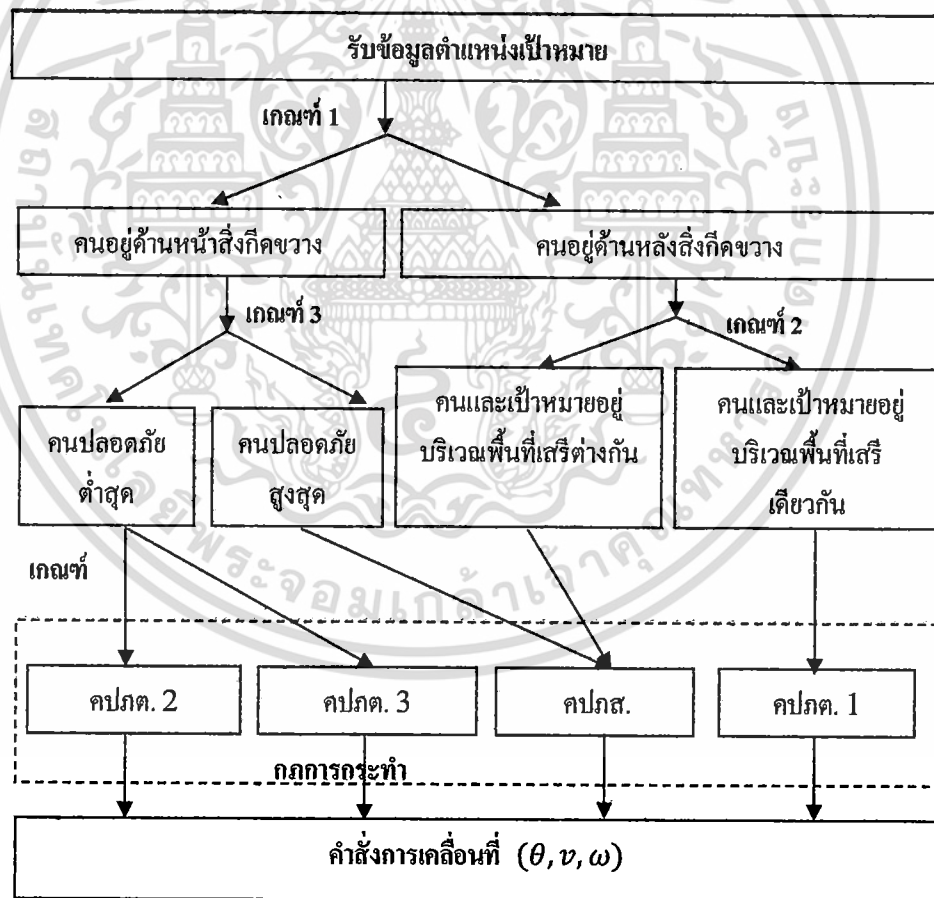
3.3 แผนภาพการนำร่องอิงศูนย์กลางคนใกล้สุด

ในส่วนนี้จะออกแบบการเคลื่อนที่โดยพิจารณาพิกัดตำแหน่งของหุ่นยนต์กระเป่าลากเลื่อน โดยมีสิ่งกีดขวางอยู่รอบตัวหุ่นยนต์ พิกัดตำแหน่งของมนุษย์ และตำแหน่งของมนุษย์หรือคนที่สัมผัสกับสิ่งกีดขวาง

เพื่อหาพื้นที่ว่าง(region) ที่หุ่นยนต์สามารถเคลื่อนที่ไปได้ โดยพื้นที่ว่างเหล่านี้จะนำตำแหน่งของเป้าหมายมาร่วมพิจารณา เพื่อหาเส้นทางเดินอิสระ(free walking area) และจากเส้นทางอิสระก็จะหาค่ามุมที่ให้ค่าฟังก์ชันจุดประสงค์มีค่าน้อยที่สุด ซึ่งค่ามุมนี้จะเป็นทิศทางที่สามารถหลบสิ่งกีดขวาง ไปสู่เป้าหมายที่สั้นที่สุด และยังทำให้มนุษย์รู้สึกปลอดภัย ไม่เกิดความตกใจกลัวอันเป็นผลมาจากการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์

3.3.1 สถานการณ์ที่เป็นไปได้

ในส่วนนี้จะกำหนดชุดของสถานการณ์ (set of situations) เพื่ออธิบายสถานการณ์ทั้งหมดที่อาจเกิดขึ้นภายใต้การเคลื่อนที่ซึ่งเทคนิคนี้จะสนใจในกรณีที่ไม่มีมนุษย์อยู่ภายในสภาพแวดล้อมแต่หากไม่มีมนุษย์เกี่ยวข้องก็สามารถกลับไปใช้เทคนิคในหัวข้อที่ผ่าน โดยการเปรียบเทียบดัชนี เมื่อหุ่นยนต์รับค่าจากระบบเซนเซอร์โดยรู้จุดหมายของการเคลื่อนที่ ซึ่งจะกำหนดกฎเกณฑ์ 4 เกณฑ์ประเมิน (criteria) ที่สอดคล้องกันเพื่อให้ได้มาซึ่ง 4 สถานการณ์ อธิบายแผนภาพการตัดสินใจ ดังในภาพที่ 3.2



ภาพที่ 3.2 ขั้นตอนการตัดสินใจด้วยเทคนิคการนำร่องอิงศูนย์กลางคนใกล้สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เกณฑ์ 1: เกณฑ์ประเมินตำแหน่งคนเทียบอิงกับตำแหน่งเป้าหมาย

กฎเกณฑ์นี้จะตรวจสอบตำแหน่งของมนุษย์ที่อยู่ใกล้ที่สุด สัมพันธ์กับสิ่งกีดขวาง นั่นคือ ณ ตำแหน่งที่หุ่นยนต์พบมนุษย์หรือคนที่อยู่ใกล้ที่สุดถ้ามีสิ่งกีดขวางอยู่ระหว่างมนุษย์และหุ่นยนต์ จะเรียก สถานการณ์นั้นว่าคนอยู่ด้านหลังสิ่งกีดขวาง (อธิบายในกฎเกณฑ์ที่ 2) นอกจากนั้นก็จะเป็นคนอยู่ด้านหน้าสิ่งกีดขวาง (อธิบายในกฎเกณฑ์ที่ 3)

เกณฑ์ 2: เกณฑ์ประเมินตำแหน่งคนและเป้าหมายอิงพื้นที่เสรี

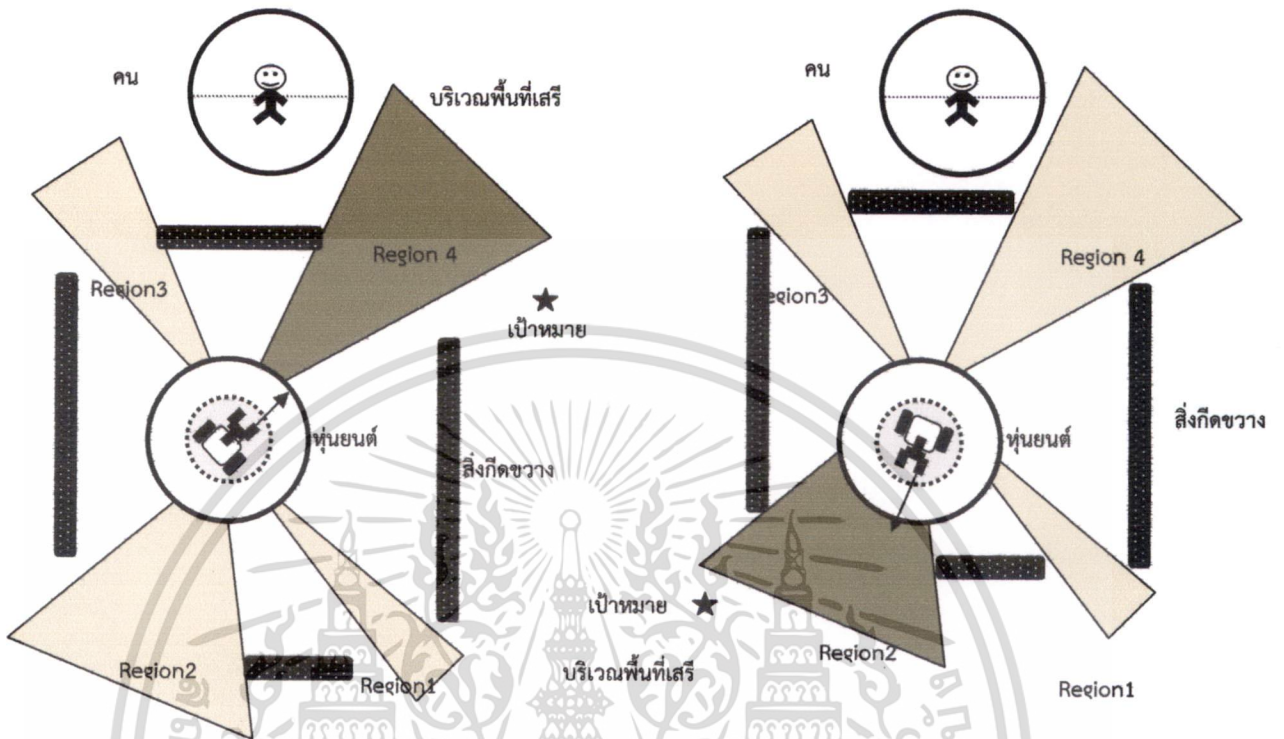
หุ่นยนต์จะทำการสแกนเพื่อหาพื้นที่ว่าง

1. ตำแหน่งของมนุษย์และเป้าหมายอยู่ใกล้(หรืออยู่ใน)พื้นที่เสรีหรือที่ว่างเดียวกัน จากรูปที่ 3(ก) มนุษย์และเป้าหมายต่างก็อยู่ใกล้ Region 4 ดังนั้นจึงเรียก Region 4 ว่าเป็นพื้นที่อิสระ ในสถานการณ์นี้มีมนุษย์เข้ามาเกี่ยวข้องจะเป็นสถานการณ์ที่มีความปลอดภัยต่ำ (คปภต.1)
2. ตำแหน่งของมนุษย์และเป้าหมายอยู่คนละพื้นที่ว่างหรือพื้นที่เสรี จากรูปที่ 3(ข) มนุษย์อยู่ใกล้ Region 4 แต่เป้าหมายอยู่ใกล้ Region 2 ดังนั้นจึงเลือก Region 2 เป็นพื้นที่อิสระ ซึ่งในสถานการณ์นี้ไม่มีมนุษย์เข้ามาเกี่ยวข้องในการเคลื่อนที่จึงเป็นสถานการณ์ที่มีความปลอดภัยสูง (คปภส.)

เกณฑ์ 3: เกณฑ์ประเมินความปลอดภัยมนุษย์

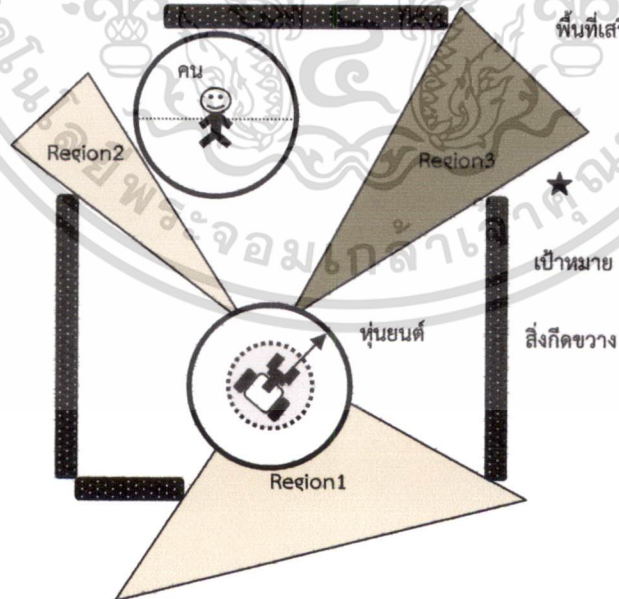
กฎเกณฑ์นี้จะตรวจสอบระดับความปลอดภัยในกรณีที่มีมนุษย์อยู่ระหว่างหุ่นยนต์กับสิ่งกีดขวาง(กรณีสิ่งกีดขวางอยู่ด้านหน้า) โดยจะมองมนุษย์ที่มีความปลอดภัยสูงสุดคล้องกับกรณีต่อไปนี้

1. คปภส. : นั่นคือ ไม่มีสิ่งกีดขวางเข้ามาในบริเวณอ่อนไหวสำหรับหุ่นยนต์และไม่มีส่วนใดส่วนหนึ่งของบริเวณอ่อนไหวของหุ่นยนต์และของคนซ้อนทับกัน แสดงดังภาพที่ 3.4 จากรูป หุ่นยนต์จะเลือกพื้นที่ว่างที่อยู่ใกล้เป้าหมายนั่นคือ Region 3 ให้เป็นพื้นที่อิสระ
2. คปภต. : คือสถานการณ์ที่มีพื้นที่ส่วนใดส่วนหนึ่งของบริเวณอ่อนไหวของคนหรือสิ่งกีดขวางเข้ามาในพื้นที่ที่เป็นบริเวณอ่อนไหวของหุ่นยนต์ ซึ่งเป็นกฎเกณฑ์ข้อที่ 4



(ก) คนและเป้าหมายอยู่ในบริเวณพื้นที่เสรีเดียวกัน (ข) คนและเป้าหมายอยู่ต่างพื้นที่เสรีกัน

ภาพที่ 3.3 เหนือที่ประเมินตำแหน่งคนและเป้าหมาย



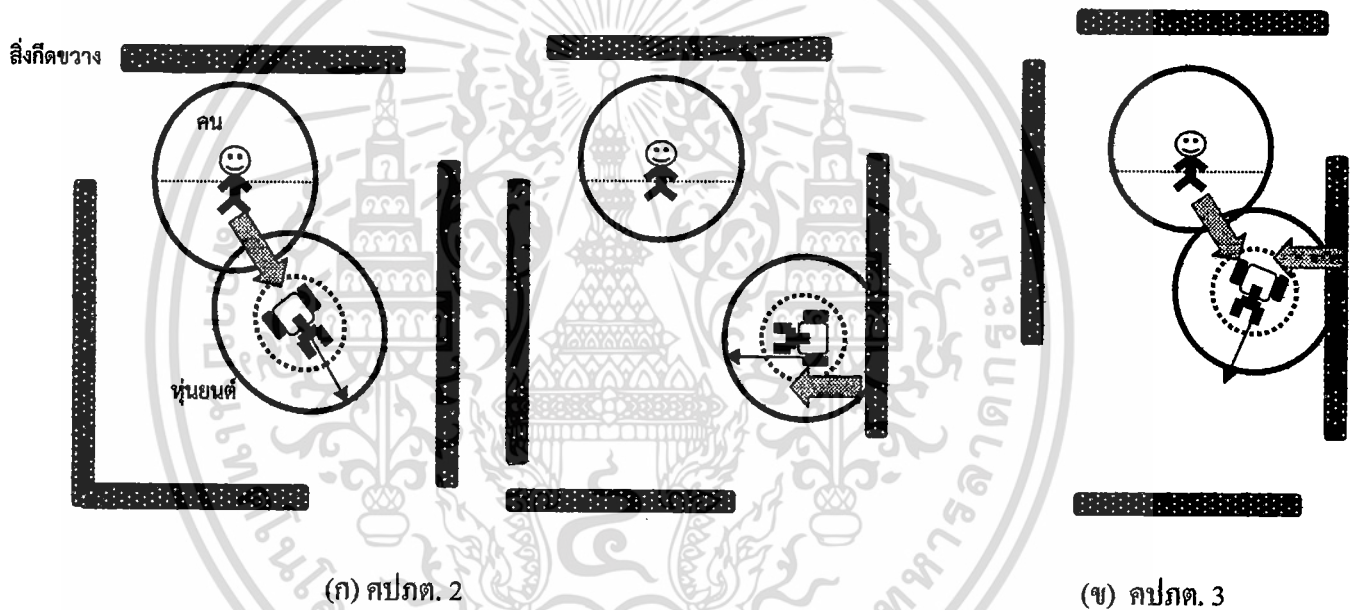
ภาพที่ 3.4 คนมีความปลอดภัยสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เกณฑ์ 4: เกณฑ์ประเมินพื้นที่อันตราย

คือเกณฑ์ประเมินเมื่อมีสิ่งกีดขวางหรือมนุษย์เข้ามาในพื้นที่การทำงานของหุ่นยนต์ โดยแบ่งระดับอันตรายดังนี้

- 1). คนมีความปลอดภัยต่ำ 2 (คปภต.2) : ถ้ามีสิ่งกีดขวางหรือส่วนใดส่วนหนึ่งของบริเวณอ่อนไหวของคนเข้ามาในบริเวณอ่อนไหวของหุ่นยนต์ หุ่นยนต์จะเคลื่อนที่ไปในทิศทางตรงกันข้าม แสดงดังภาพที่ 3.5 (ก)
- 2).คนมีความปลอดภัยต่ำ 3 (คปภต. 3) : มีสิ่งกีดขวางเข้ามาในบริเวณพื้นที่อ่อนไหวของหุ่นยนต์และมีส่วนใดส่วนหนึ่งของอ่อนไหวของหุ่นยนต์และของคนซ้อนทับกัน แสดงดังภาพที่ 3.5 (ข)



ภาพที่ 3.5 คนมีความปลอดภัยต่ำ

จากรูปเมื่อหุ่นยนต์อยู่ในสถานการณ์ คปภต. 2 หรือ คปภต. 3 หุ่นยนต์จะยังไม่มองหาพื้นที่ที่เสรีแต่หุ่นยนต์จะหาทิศทางในการเคลื่อนที่เพื่อให้พ้นไปสถานการณ์ที่มีมนุษย์หรือสิ่งกีดขวางเข้ามาในบริเวณอ่อนไหวของหุ่นยนต์ โดยใน 3.5(ก) จะมีเพียงมนุษย์หรือสิ่งกีดขวางอย่างใดอย่างหนึ่งเข้ามาในวงกลมอ่อนไหวของหุ่นยนต์ดังนั้นในการเคลื่อนที่จะสร้างเวกเตอร์ของทิศทางการเคลื่อนที่เพื่อหนีสิ่งกีดขวางที่อยู่ใกล้ที่สุดตามสมการ (9-10)

$$\theta_{h_i} = \tan^{-1} \left(\frac{(y_{r_i} - y_{h_i})}{(x_{r_i} - x_{h_i})} \right) \quad (9)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\theta_{o_i} = \tan^{-1} \left(\frac{(y_{r_i} - y_{o_i})}{(x_{r_i} - x_{o_i})} \right) \quad (10)$$

เมื่อ θ_{h_i} คือทิศทางเคลื่อนออกจากมนุษย์, θ_{o_i} คือทิศทางเคลื่อนออกจากสิ่งกีดขวาง และ (x_{o_i}, y_{o_i}) คือตำแหน่งของสิ่งกีดขวางที่อยู่ใกล้ที่สุดที่เข้ามาในบริเวณอ่อนไหวของหุ่นยนต์ โดยตัวห้อย i หมายถึงค่า ณ การคำนวณที่ i และในกรณีของ 3.5(ข) จะมีทั้งมนุษย์และสิ่งกีดขวางเข้ามาในบริเวณอ่อนไหวของหุ่นยนต์ ดังนั้นเวกเตอร์ของทิศทางการเคลื่อนที่จะเป็นเวกเตอร์ลัพธ์ของเวกเตอร์ที่เกิดจากมนุษย์และสิ่งกีดขวางดังสมการที่ (11)

$$\theta_{ho_i} = \frac{k_4 \theta_{h_i} + k_5 \theta_{o_i}}{k_4 + k_5} \quad (11)$$

เมื่อ θ_{ho_i} คือทิศทางของเวกเตอร์ลัพธ์, k_4 คือค่าน้ำหนักของทิศทางของการเคลื่อนที่หนีมนุษย์ และ k_5 คือค่าน้ำหนักของการเคลื่อนที่หนีสิ่งกีดขวาง นั่นคือในงานวิจัยนี้จะให้ความสำคัญของมนุษย์มากกว่าสิ่งกีดขวาง ดังนี้ จึงสามารถกำหนดเงื่อนไขการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ให้มีทิศทางเบนออกจากมนุษย์มากกว่าสิ่งกีดขวาง เมื่อ $k_4 > k_5$

3.3.2 กฎการกระทำที่สอดคล้องกับสถานการณ์

จากกฎเกณฑ์ทั้ง 4 จะได้ 4 สถานการณ์ ซึ่งในแต่ละสถานการณ์ หุ่นยนต์จะเคลื่อนที่ไปสู่เป้าหมาย ด้วยการควบคุมทิศทางในการเคลื่อนที่ (θ_g) ความเร็วเชิงเส้น (v_r) และความเร็วเชิงมุม ω_r

3.3.2.1 ทิศทางการเคลื่อนที่ (θ_g)

เทคนิคในงานวิจัยในอดีต [37-44] นั้นเมื่อได้พื้นที่อิสระก็จะกำหนดทิศทางที่ใกล้กับตำแหน่งเป้าหมายด้วยมุมที่คงที่ค่าหนึ่งเพราะหุ่นยนต์ไม่ได้สนใจปัจจัยอื่นนอกจากการหลบสิ่งกีดขวางและเป้าหมายเท่านั้น แต่ในงานวิจัยนี้จะนำเสนอวิธีการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ที่สามารถหลบหลีกสิ่งกีดขวางไปยังเป้าหมายโดยมีมนุษย์อยู่ร่วมในสภาพแวดล้อมด้วยความรู้สึกที่ปลอดภัย ซึ่งพิจารณาจากตารางที่ 3.1

ในสถานการณ์ คปภส. เมื่อได้พื้นที่เสรี หุ่นยนต์จะเคลื่อนที่ในพื้นที่เสรีอย่างอิสระโดยให้มีทิศทางที่ใกล้เป้าหมายที่สุดและมนุษย์รู้สึกปลอดภัยที่สุด และในสถานการณ์ คปภต.1 ทิศทางการเคลื่อนที่ในพื้นที่เสรีของหุ่นยนต์นอกจากให้ใกล้เป้าหมายและมนุษย์รู้สึกปลอดภัยแล้วยังต้องไม่ทำให้มนุษย์เกิดอันเนื่องมาความ

ตระหนักทันด่วนจากสถานการณ์ที่หุ่นยนต์เคลื่อนที่หลบสิ่งกีดขวางไปเจอกับมนุษย์ นั่นคือทั้งสถานการณ์ คปภส. และ คปภต.1 หุ่นยนต์ต้องมีทิศทางการเคลื่อนที่ที่ทำให้ค่าฟังก์ชันเป้าหมายมีค่าต่ำที่สุด เพื่อให้ หุ่นยนต์เดินอ้อมหลบหลีกมนุษย์และมุมอับที่อาจจะทำให้มนุษย์ตกใจ

ในสถานการณ์ คปภต.2 และ คปภต.3 นั้นถือว่าเป็นสถานการณ์วิกฤตเพราะมีมนุษย์หรือ (และ) สิ่ง กีดขวางล่วงล้ำเข้ามาในพื้นที่ปลอดภัยของหุ่นยนต์ ซึ่งการล่วงล้ำนี้สมมติให้เสมือนมีแรงที่มองไม่เห็น พยายามผลักหุ่นยนต์ให้เคลื่อนที่ไปในทิศทางตรงกันข้าม ดังนั้นหุ่นยนต์ต้องรักษาสถานะของตัวเองด้วยการ เคลื่อนที่ในทิศทางของเวกเตอร์ลัพธ์ของแรงผลักที่มองไม่เห็นนี้ โดยให้ความสำคัญของการหลบหลีกมนุษย์ มากกว่าสิ่งกีดขวางอื่นด้วยการกำหนดทิศทางการหลบหนีให้ห่างมนุษย์มากกว่าสิ่งกีดขวางจากการ กำหนดค่าอ่วงน้ำหนัก และหลังจากที่เคลื่อนที่จนไม่มีการล่วงล้ำเข้ามาในพื้นที่ปลอดภัยของหุ่นยนต์ หุ่นยนต์จึงเริ่มทำการหาพื้นที่อิสระในการเคลื่อนที่ใหม่อีกครั้งหนึ่ง

3.3.2.2 ความเร็วเชิงเส้นของการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ (v_r)

ความเร็วของการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์สัมพันธ์เป็นสัดส่วนแบบผกผันกับการเคลื่อนที่ของมนุษย์ นั่นคือถ้ามนุษย์เคลื่อนที่ด้วยความเร็วสูงเกินกว่าค่าหนึ่งซึ่งหมายถึงการที่มนุษย์กำลังวิ่ง (v_{hmax}) หุ่นยนต์ จะหยุดการเคลื่อนที่ และถ้ามนุษย์เคลื่อนที่ช้าลง หุ่นยนต์จะเคลื่อนที่ด้วยความเร็วมากขึ้น จนกระทั่งมนุษย์ หยุดการเคลื่อนที่ หุ่นยนต์ก็จะเคลื่อนที่ด้วยความเร็วสูงสุดนั่นคือ v_{rmax} แสดงเงื่อนไขดังสมการที่ (12) เมื่อ v_{h_i} คือความเร็วของมนุษย์ ณ คาบการสุ่ม i

$$v_r = v_{rmax} \cdot \left(\frac{v_{hmax} - v_{h_i}}{v_{hmax}} \right) \quad (12)$$

3.3.2.3 ความเร็วเชิงมุมของการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ (ω_r)

การเคลื่อนที่เชิงมุมเกิดขึ้นเมื่อหุ่นยนต์ต้องเปลี่ยนทิศทางในการเคลื่อนที่ กำหนด ω_{rmax} คือ ความเร็วเชิงมุมที่มีค่ามากที่สุดของหุ่นยนต์ เมื่อได้มุมที่หุ่นยนต์ต้องหมุนเพื่อไปหาเป้าหมายหรือเพื่อหลบสิ่ง กีดขวางในสถานการณ์ต่าง ๆ หุ่นยนต์จะเริ่มหมุนด้วยความเร็วเชิงมุมที่มากและจะมีค่าลดลงเมื่อยิ่งเข้าใกล้ค่า มุมเป้าหมาย ดังตารางที่ 1 เมื่อค่า k_w คือค่าอ่วงน้ำหนักที่ทำให้ความเร็วเชิงมุมรวมไม่เกินค่า ω_{rmax} และ θ_i คือค่ามุมของหุ่นยนต์ที่ทำกับแกน $+x$ ณ คาบการสุ่ม i

ตารางที่ 3.1 กฎการกระทำตามเงื่อนไขการเคลื่อนที่ในแต่ละสถานการณ์

กฎ	ทิศทาง ควบคุม (θ_g)	ความเร็วเชิงเส้น (v_r)	ความเร็วเชิงมุม (ω_r)
คปภส.	$\min\{f_{obj}(x_{r_i}, y_{r_i})\}$ $= \min \left\{ \sum_{j=1}^n \{w_1 D_{go}(x_j, y_j) + w_2 D_{us}(x_j, y_j)\} \right\}$		
คปภต1	$\min\{f_{obj}(x_{r_i}, y_{r_i})\}$ $= \min \left\{ \sum_{j=1}^n \{w_1 D_{go}(x_j, y_j) + w_2 D_{us}(x_j, y_j) + w_3 D_{sp}(x_j, y_j)\} \right\}$	$v_r = v_{rmax} \cdot \left(\frac{v_{hmax} - v_{h_i}}{v_{hmax}} \right)$	$\omega_r = k_w \cdot \omega_{rmax} \cdot \theta_g - \theta_i $
คปภต2	$\theta_{h_i} = \tan^{-1} \left(\frac{(y_{r_i} - y_{h_i})}{(x_{r_i} - x_{h_i})} \right)$ $\theta_{o_i} = \tan^{-1} \left(\frac{(y_{r_i} - y_{o_i})}{(x_{r_i} - x_{o_i})} \right)$		$\omega_r = k_w \cdot \omega_{rmax} \cdot \theta_{h_i} - \theta_i $ หรือ $\omega_r = k_w \cdot \omega_{rmax} \cdot \theta_{o_i} - \theta_i $
คปภต3	$\theta_{ho_i} = \frac{k_4 \theta_{h_i} + k_5 \theta_{o_i}}{k_4 + k_5}$		$\omega_r = k_w \cdot \omega_{rmax} \cdot \theta_{ho_i} - \theta_i $

สำหรับผลการทดลอง โดยอาศัยหลักการออกแบบการควบคุมการกระทำในบพนี้ผสมกับแนวคิดการออกแบบเปลือกกลไกพลศาสตร์และการสื่อสารในบพที่ 2 ที่ผ่านมาจะแสดงผลการประยุกต์กรณีต่าง ๆ และผลกระทบเชิงการประชาสัมพันธ์ตามจุดประสงค์ที่วางไว้ในบพที่ 4 ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดลองและผลกระทบ

บทนี้กล่าวถึงการทดสอบด้านเทคนิคและการประยุกต์หุ่นยนต์กระเป๋าลากเลื่อนที่แตกขยายรูปลักษณะ และการประยุกต์โดยจะเสนอเป็นสองภาคส่วนด้วยกันคือส่วนผลลัพธ์ (output) ซึ่งในที่นี้คือผลการทดลอง และผลการทดสอบระบบ และส่วนผลกระทบ (outcome) ซึ่งหมายถึงผลพลอยได้ทางอ้อมที่ได้รับจาก โครงการนี้แต่เป็นไปเพื่อการตอบสนองวัตถุประสงค์ซึ่งในที่นี้คือ การสร้างหุ่นยนต์กระเป๋าลากเลื่อนเพื่อการ ประชาสัมพันธ์คณะวิศวกรรมศาสตร์ อันที่จริงแล้วหากคำนึงถึงจุดประสงค์ของการสร้างหุ่นยนต์ในงานวิจัย นี้ซึ่งเน้นการสร้างเชื่อมั่นทางการตลาดส่วนแสดงในหัวข้อ 4.1 อาจไม่มีความจำเป็น ทว่า เพื่อให้เกิด ความสมบูรณ์ขององค์ความรู้ที่ควรครอบคลุมถึงส่วนที่เป็นเทคนิคทางวิศวกรรมจึงควรมีส่วนนี้เพื่อเชื่อมโยง กับความสัมพันธ์ในบทอื่นๆ ที่ได้กล่าวมาแล้ว จึงแสดงรายละเอียดของส่วนผลลัพธ์ที่ได้ในหัวข้อ 4.1 และ ผลกระทบในหัวข้อ 4.2 ดังจะกล่าวต่อไป

4.1 ผลการทดลอง

เนื่องจากเทคโนโลยีหุ่นยนต์คือการบูรณาการสหวิทยาการผ่านแนวคิดจินตนาการที่ต้องการสร้าง การทดลองในบทนี้จึงมีแนวคิดเพื่อหาจุดสำคัญของการเชื่อมต่อองค์ความรู้ซึ่งขอแสดงเฉพาะข้อมูลที่เป็น ส่วนใช้งานในการบูรณาการกับองค์ความรู้ที่ทราบกันดีโดยทั่วไปแล้ว เช่น ความรู้ด้าน ไมโครคอนโทรลเลอร์ ความรู้ด้านทฤษฎีวิศวกรรมระบบควบคุมและเครื่องมือวัด ความรู้ด้านวิศวกรรม การสื่อสาร และเทคโนโลยีวัสดุ [45-48] ซึ่งมีผู้เขียนเป็นตำราและคู่มือการปฏิบัติแล้ว

ดังนั้น ในการทดลองจะแบ่งเป็น 3 ตอนคือ การทดลองเกี่ยวกับระบบตัวตรวจจับที่ใช้ในการรองรับ การอัลกอริทึมในบทที่ 3 แสดงในหัวข้อย่อย 4.1.1 การทดสอบระบบการสื่อสารจะอยู่ในหัวข้อ 4.1.2 การ ทดสอบการเคลื่อนที่ตามเกณฑ์ประเมินตามที่นำเสนอในบทที่ 3 ควบคู่ไปพร้อมกับการเคลื่อนที่ในโหมด อลวนแสดงในหัวข้อ 4.1.3

หมายเหตุ ภาพที่ 4.1 แสดงภาพหุ่นยนต์กระเป๋าลากเลื่อนที่ได้จากงานวิจัยนี้ โดยรูป (ก) แสดงภาพ หุ่นยนต์ก่อนแปลงร่างและในรูป (ข) เป็นหุ่นยนต์หลังแปลงร่างแล้ว หุ่นยนต์นี้สร้างโดยคณะวิจัยและผู้ช่วย วิจัย ดังนั้นทุกการทดลองในหัวข้อนี้จะหมายถึงการทดสอบฟังก์ชันการทำงานพื้นฐานของหุ่นยนต์กระเป๋าลากเลื่อนซึ่งมีฟังก์ชันการทำงานทางวิศวกรรมเหมือนกัน แม้ว่า หุ่นยนต์รูปทรงอื่นที่ผันรูปแปลงที่ได้จาก งานวิจัยนี้จะมีการออกแบบภายนอกใช้สถาปัตยกรรมโครงสร้างต่างกันตามการใช้งานดังแสดงในหัวข้อ 4.2 ก็ตาม



(ข)

ภาพที่ 4.1 หุ่นยนต์กระเป๋าลากเลื่อน (ก) ก่อนแปลงร่าง (ข) หลังแปลงร่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.1 การทดสอบระบบตัวตรวจรับระยะห่างหุ่นยนต์กับคนและสิ่งกีดขวาง

การทดลองนี้เพื่อตรวจสอบวัดค่าระยะระหว่างหุ่นยนต์กับคนและสิ่งกีดขวาง โดยกำหนดโปรโตคอล 16 บิต โดย 13 บิตแรกจะเก็บเป็นข้อมูลความลึกที่จะแสดงผลภาพที่รับจากกล้องที่ติดกับตัวหุ่นยนต์และกำหนด 3 บิตสุดท้ายเป็นจำนวนของคนที่อยู่รอบข้างหุ่นยนต์จากอัลตราโซนิกเซนเซอร์ที่ติดที่ตัวหุ่นยนต์โดยกำหนดให้

000	ไม่มีคน
001	มี 1 คน
010	มี 2 คน
011	มี 3 คน
100	มี 4 คน
101	มี 5 คน
110	มี 6 คน

เนื่องจากเรากำหนดระยะอ่อนไหวของหุ่นยนต์ในรัศมี 100 cm ดังนั้นในส่วนของระยะความลึกจากข้อมูลจึงทำการทดลองเก็บผลที่ระยะความลึกต่าง ๆ พบว่าระยะที่ อยู่ในเกณฑ์ ปลอดภัย ให้มันอยู่ในช่วง 110 cm. – 390 cm. เท่านั้น จึงเก็บค่าทุก ๆ 10 cm. จำนวน 100 ค่าแล้วมาหาค่าเฉลี่ย ได้ผลการทดลองดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 การทดลองวัดข้อมูลระยะห่างระหว่างหุ่นยนต์กับคนนับจากขอบพื้นที่อ่อนไหวหุ่นยนต์

ระยะ (cm)	ข้อมูลความลึก (binary)	เมื่อคนขยับทางขวา 40 cm.	เมื่อคนขยับทางซ้าย 40 cm.
110	1578	1639	992
120	1237	1316	1340
130	1381	1495	1448
140	1489	1496	1421
150	1637	1640	1623
160	1653	1725	1685
170	1790	1650	1809
180	1869	1949	1944
190	2066	2076	1972
200	2054	2239	2208
210	2007	2273	2236
220	2427	2355	2455
230	2426	2452	2542
240	2577	2626	2553
250	2680	2651	2582
260	2919	2814	2618
270	2811	2893	2782
280	2924	2944	2926
290	3085	2988	2934
300	3140	3140	3232
310	3302	3244	3156
320	3349	3379	3270
330	3687	3384	3381
340	3540	3607	3433
350	3646	3627	3552
360	3723	3788	3689
370	3849	3868	3777
380	3884	3876	3884
390	3961	3910	3915

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2 การทดสอบระบบการสื่อสาร

การทดลองนี้เพื่อตรวจสอบวัดค่าข้อความที่ตรวจจับได้ระหว่างหุ่นยนต์กระเป๋าลากเลื่อนสองตัวตามระยะทางที่กำหนด

การทดลองที่ 4.1.2.1 การส่งไฟล์โดยใช้การ ping จาก node 1 ไป node 2 ตามระยะทางที่กำหนด ด้วยค่าขนาดของข้อมูลคงที่เท่ากับ 32750 ไบต์ แล้วบันทึกผลของเวลาลงตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ผลการทดลองที่ 4.1.2.1

ลำดับ	ขนาดข้อมูล (ไบต์)	ระยะทาง (เมตร)	เวลา (มิลลิวินาที)
1	32750	100	27
2	32750	200	33
3	32750	300	61
4	32750	400	81
5	32750	500	105
6	32750	600	133
7	32750	700	260
8	32750	800	413
9	32750	900	702
10	32750	1000	998

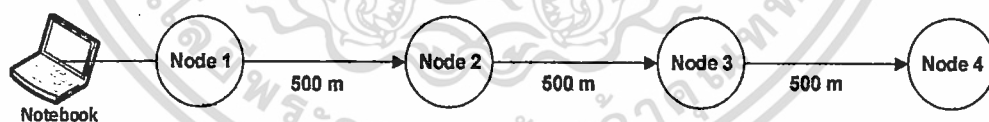
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองที่ 4.1.2.2 การส่งไฟล์โดยใช้การ ping จาก node 1 ไป node 2 ตามขนาดของข้อมูลที่กำหนด ด้วยระยะทางคงที่เท่ากับ 500 เมตร แล้วบันทึกผลของเวลาลงตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ผลการทดลองที่ 4.1.2.2

ลำดับ	ขนาดข้อมูล (ไบต์)	ระยะทาง (เมตร)	เวลา (มิลลิวินาที)
1	500	6550	112
2	500	13100	129
3	500	19650	135
4	500	26200	124
5	500	32750	140
6	500	39300	155
7	500	45850	170
8	500	52400	190
9	500	58950	210
10	500	65500	240

การทดลองที่ 4.1.2.3 การส่งไฟล์โดยใช้การ ping จาก node 1 ไป node 4 ตามระยะทางที่กำหนด ด้วยค่าขนาดของข้อมูลคงที่เท่ากับ 32750 ไบต์ ดังแสดงในภาพที่ 4.2 แล้วบันทึกผลลงตารางที่ 4.4



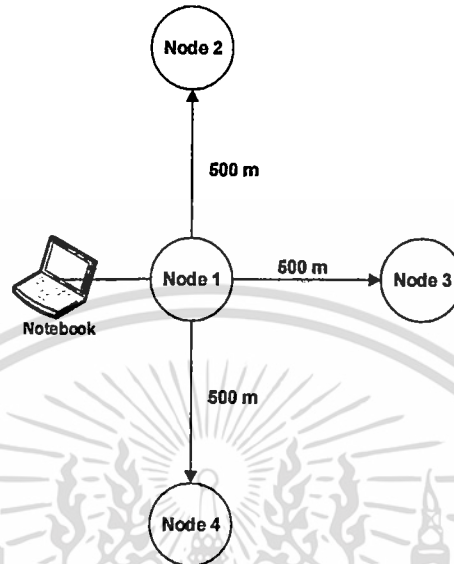
ภาพที่ 4.2 การทดลองที่ 4.1.2.3 การส่งไฟล์โดยใช้การ ping จาก node 1 ไป node 4

ตารางที่ 4.4 ผลการทดลองที่ 4.1.2.3

โหนด	ขนาดข้อมูล (ไบต์)	ระยะทาง (เมตร)	เวลา (มิลลิวินาที)
1 ไป 2	65500	500	233
1 ไป 3	65500	1000	336
1 ไป 4	65500	1500	552

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองที่ 4.1.2.4 การส่งไฟล์โดยใช้การ ping จาก node 1 ไป node 4 ตามขนาดของข้อมูลที่กำหนด ด้วยระยะทางคงที่เท่ากับ 500 เมตร ดังแสดงในภาพที่ 4.3 แล้วบันทึกผลลงตารางที่ 4.5



ภาพที่ 4.3 การทดลองที่ 4.1.2.4 การส่งไฟล์โดยใช้การ ping จาก node 1 ไป node 4

ตารางที่ 4.5 ผลการทดลองที่ 4.1.2.4

โหนด	ขนาดข้อมูล (ไบต์)	ระยะทาง (เมตร)	เวลา (มิลลิวินาที)
1 ไป 2	65500	500	222
2 ไป 3	65500	500	246
3 ไป 4	65500	500	215

4.1.3 การทดสอบอัลกอริทึมพร้อมโหมดเคลื่อนที่อลวน

การทดลองนี้เพื่อตรวจสอบอัลกอริทึมใน โหมดเคลื่อนที่แบบอลวน กระสวนที่ใช้เป็นแบบ Rossler โดยกำหนดให้เคลื่อนที่ในระยะ 4×4 ตารางเมตร ตำแหน่งเส้นทางการเคลื่อนที่บันทึกโดยใช้ปากกาขีดติดกับตัวหุ่นยนต์และให้เคลื่อนที่ไปบนกระดาษที่ตีตารางช่องละ 40 cm และเพิ่มส่วนสัญลักษณ์ตำแหน่งผู้ยืนและสิ่งกีดขวางใช้ตามการออกแบบในบทที่ 3 โดยส่วนนี้ใช้การเขียนเพิ่มเพื่อให้ทราบตำแหน่งที่เครื่องหมายที่ทดสอบ โดยหุ่นยนต์จะเป็นรูปหุ่นยนต์มีล้อเลื่อนมองจากด้านบน ความหมายซึ่งในที่นี้กำหนดพิกัดให้ ส่วนคนเป็นรูปวงกลมรัศมีพื้นที่อ่อนไหวล้อมรอบ ดังจะเห็นได้ว่าหุ่นยนต์สามารถไปถึงเป้าหมายได้ภายในระยะเวลา 6 นาทีหลังจากที่เคลื่อนที่หาเส้นทางสู่เป้าหมายตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ในกฎการกระทำที่จะต้องรักษาระยะพื้นที่อ่อนไหว ไม่ให้เกิดการทับซ้อนกัน

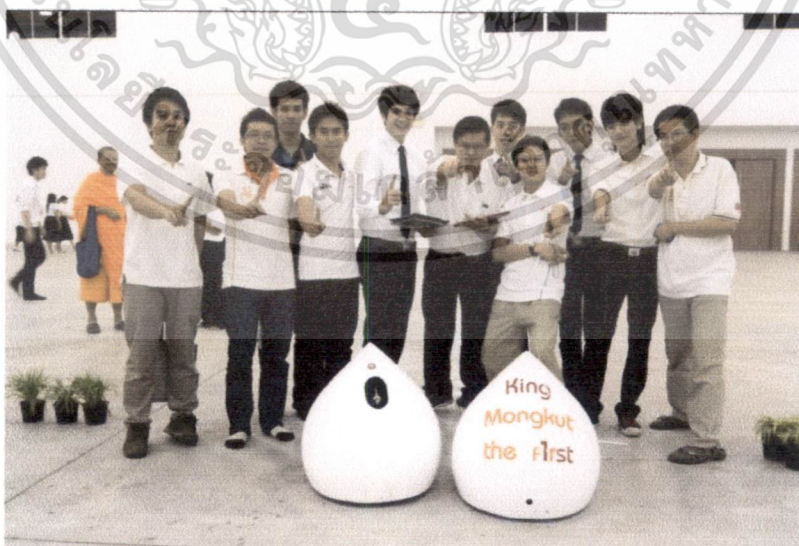
4.2 ผลกระทบ

หัวข้อนี้กล่าวถึงการใช้ประโยชน์หุ่นยนต์กระเปาะเลื่อนข้างต้นอันก่อให้เกิดผลกระทบเชิงกว้างต่อสังคมในเชิงประชาสัมพันธค์ณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาบัน ฯ รูปลักษณะของหุ่นยนต์นั้นจึงผันรูปตามลักษณะของการใช้ประโยชน์เชิงอัตลักษณ์และนวัตกรรมขึ้นอยู่กับงานที่นำไปใช้ ในรายงานนี้จะแสดงสังกัดการประยุกต์เป็นสังเขปใน 2 รูปแบบคือ การประยุกต์เพื่องาน "พุทธบูชา" และ "ราชบูชา" และการประยุกต์ในงานกัญชัชพิบัติ ซึ่งหุ่นยนต์ในภาพที่ 4.1 มีการผันเป็นรูปลักษณะคล้ายดอกบัวดังจะแสดงในหัวข้อย่อยถัดไป

4.2.1 การประยุกต์ในงานพุทธบูชาและราชบูชา

การประยุกต์การใช้งานหุ่นยนต์ขงโคโกอินเตอร์ในร่างแปลงสัณฐานดอกบัวในภาพที่ 4.5 ในฐานะหุ่นยนต์ประชาสัมพันธค์ณะเพื่อสร้างความเชื่อมั่นในความเป็นหนึ่งและเป็นที่พึ่งของสังคม จัดแสดงในงานประเพณีจัดตักบาตรประจำปีของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังในวันที่ 6 มิถุนายน ปี พ.ศ. 2556 บทบรรยายเปิดงานในภาคผนวกจะช่วยให้ผู้อ่านมองเห็นภาพการทำงานของระบบหุ่นยนต์ขงโคโกตัวเก่าและหุ่นขงโคโรนใหม่ร่วมกับปฏิมากรรมเปลือยสี่ยอดที่ใช้แสดงภาพสามมิติ

หุ่นยนต์ขงโคโกอินเตอร์ในร่างแปลงเป็นหุ่นยนต์สัตตบงกชสองตัว ใช้งานสำหรับปฏิสัมพันธ์กับสาธุชน นักศึกษา และสมาชิกชุมชนลาดกระบังที่มาในงาน หุ่นยนต์มีฟังก์ชันการเก็บภาพสามมิติและติดต่อกับคอมพิวเตอร์ควบคุมผ่านเครือข่ายไร้สายเพื่อแสดงภาพสามมิติพระบาทสมเด็จพระจอมเกล้าเจ้าอยู่หัวเพื่อเป็นราชบูชา และแสดงภาพท่านเจ้าคุณทหารและคุณย่าเลี่ยมเพื่อแสดงความกตัญญูต่อท่านทั้งสองที่ได้อนุเคราะห์บริจาคที่ดินให้เป็นแผ่นดินที่สร้างองค์ความรู้แก่เยาวชน ผลกระทบจากการจัดแสดงได้รับความสนใจจากสื่อมวลชนต่างๆ [49-50] เป็นอย่างมากดังแสดงตัวอย่างในภาพที่ 4.6-4.9



ภาพที่ 4.5 หุ่นยนต์ขงโคในร่างดอกบัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มันคง ตรงไป ตรงมา แห้วแห้ว

วันเสาร์ ที่ 22 มิถุนายน พ.ศ. 2556

หน้าหลัก กอศมนิสต์ การเมือง โลกธุรกิจ ผู้หญิง บันเทิง กกบ. ภูมิภาค การศึกษา คุณ

หุ่นยนต์ สจล.ก้าวขึ้นอีกระดับ

วันพฤหัสบดี ที่ 13 มิถุนายน พ.ศ. 2556, 06.00 น.

tags : หุ่นยนต์, สจล., ศาสนา, แห้วแห้ว

Facebook 0

Tweet 0

PinIt

Share



หุ่นยนต์ สจล.ก้าวขึ้นอีกระดับ

ร่วมกิจกรรมด้านศาสนาปูพื้นคุณธรรมใน แห้วแห้ว

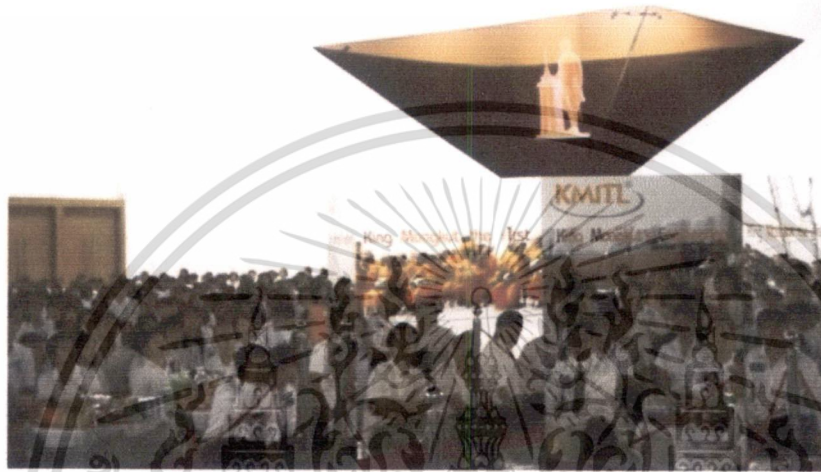
ศ.ดร.ทวีลา พึ่งมา อธิการบดี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (สจล.)เปิดเผยถึงวัตถุประสงค์การสร้างหุ่นยนต์ฉายภาพสามมิติที่มองเห็นได้ด้วยตาเปล่าครั้งแรกของประเทศไทยว่า หุ่นยนต์อูนาสก "ซังโคโกอินเตอร์" เป็นผลงานการพัฒนานวัตกรรมการสร้างภาพสามมิติที่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่าขนาดใหญ่ที่สุดในประเทศไทยที่ถูกรับรองการเคลื่อนไหวด้วยระบบอินเตอร์เน็ตไร้สายหรือ Wifi โดยอาจารย์และนักศึกษาคณะ

วิศวกรรมศาสตร์ สจล. ซึ่งได้นำไปทำกิจกรรมด้านศาสนา อันเป็นกิจกรรมดีกามาตรแต่พระสงฆ์ 1,054 รูป ถวายเป็นพุทธบูชา ในโครงการช่วยเหลือผู้ประสบภัย 323 วัด 4 จังหวัด ชายแดนภาคใต้ โดยหุ่นยนต์อูนาสก "ซังโคโกอินเตอร์" ซึ่งการพัฒนาโครงการครั้งนี้เป็นการก้าวไปอีกขั้น เพราะไม่ใช่เป็นเพียงการสร้างหุ่นยนต์ แต่เป็นกระบวนการฝึกฝนให้นักศึกษาวิศวกรรมคนรุ่นใหม่ได้นำองค์ความรู้ภาคทฤษฎีในห้องเรียนมาประยุกต์ใช้สู่ความเป็นจริงด้วยหลักวิชาทางวิศวกรรมสามารถรู้จักนำความรู้มาต่อยอดเพื่อพัฒนาผลงานให้เกิดประโยชน์ต่อสังคม รวมไปถึงการปลูกฝังจิตสำนึกในด้านคุณธรรม จริยธรรม และการสืบทอดประเพณีดั้งเดิมให้กับนักศึกษา สจล. เพื่อรองรับกับนโยบายการพัฒนาการศึกษาแบบบูรณาการ 360 องศา เพื่อการผลิตนักศึกษาที่มีคุณภาพและศักยภาพให้เป็นที่ยอมรับในระดับสากล พร้อมรองรับกับสถานการณ์ทั้งในปัจจุบันและอนาคตที่กำลังจะเกิดขึ้นในอาเซียนด้วย

ภาพที่ 4.7 ข่าวกจากหนังสือพิมพ์แห้วแห้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทึ่ง! พระจอมเกล้าฯ ลาดกระบัง โชว์หุ่นยนต์อุโมงค์ฉายภาพสามมิติครั้งแรกในไทย



ภาพที่ 4.8 ข่าวจากหนังสือพิมพ์ไทยรัฐ



ข่าวสด

วันจันทร์ที่ 24 มิถุนายน พ.ศ. 2556 ปีที่ 23 ฉบับที่ 8,243 ราคา 10 บาท

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (สจล.) เสนอโครงการ "วงโคจรอินเทอร์" หุ่นยนต์ฉายภาพสามมิติที่มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ 1325 รูป ฉายภาพหุ่นยนต์หุ่นยนต์ 325 รูป 4 มิติ โชว์ครั้งแรกในไทย

พระจอมเกล้าฯ โชว์หุ่นยนต์ 'วงโคจรอินเทอร์' ฉาย 3 มิติใหญ่ยักษ์

การฉายภาพสามมิติพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ปีที่ 1325 โดยสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ 1325 รูป 4 มิติ โชว์ครั้งแรกในไทย

กิจกรรมดังกล่าวมีศาสตราจารย์ ดร. สอนศักดิ์ เพ็ญศรี เป็นประธานในพิธีเปิด โดยได้รับเกียรติจากศาสตราจารย์ ดร. อรุณรัตน์ สดายุทธโชติกุล เป็นประธานในพิธี กล่าวรับทราบ

ความสำคัญในการพัฒนาหุ่นยนต์ฉายภาพสามมิติที่สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง โดยศาสตราจารย์ ดร. สอนศักดิ์ เพ็ญศรี เป็นประธานในพิธีเปิด โดยได้รับเกียรติจากศาสตราจารย์ ดร. อรุณรัตน์ สดายุทธโชติกุล เป็นประธานในพิธี กล่าวรับทราบ

ภาพที่ 4.9 ข่าวจากหนังสือพิมพ์ข่าวสด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.6 ข่าวกาจากหนังสือพิมพ์สยามรัฐ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

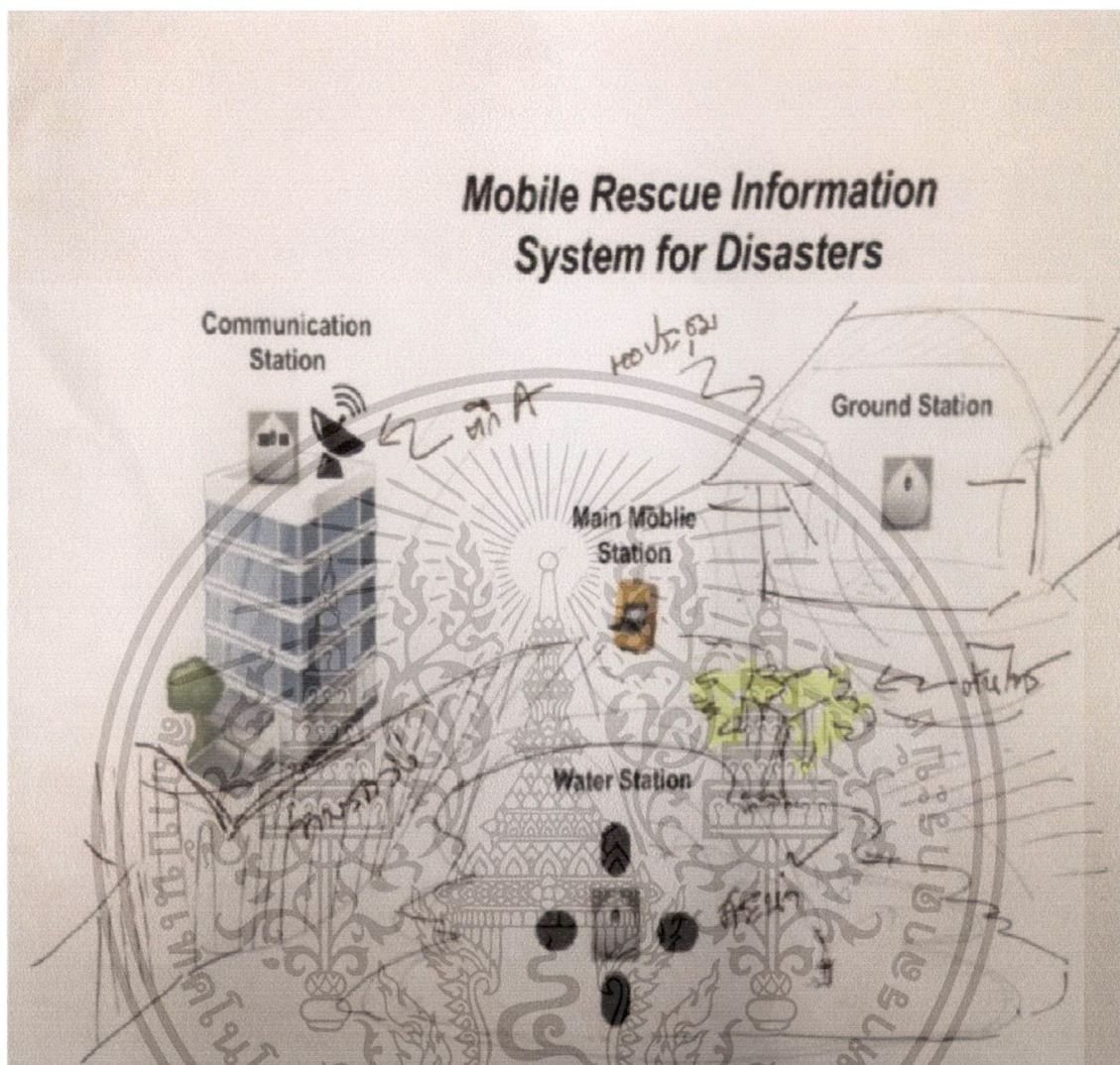
4.2.2 ฟุ้งหุ่นยนต์กู้ภัย

"ย่างเข้าสู่ฤดูฝนและพายุ น้ำไหลหลากและเกิดสถานการณ์น้ำท่วมในบางจังหวัดของประเทศไทยแล้ว เป็นสัญญาณให้เราเตรียมพร้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง(สจล) จัดแสดงนวัตกรรม...เสริมแกร่งเศรษฐกิจไทยก้าวไกลสู่ AEC ในงาน INNOVATION DAY เน้นชนิดด้วยเยาวชนคนรุ่นใหม่วัยทีนที่มาจากนวัตกรรมจากฝีมือคนไทย โดยหนึ่งในสี่สัปดาห์แห่งเทคโนโลยีนวัตกรรมเด่นที่จะรับมือกับน้ำท่วม เป็น หุ่นยนต์กู้ภัยพิบัติ เป็นอีกก้าวของการใช้วิทยาศาสตร์เทคโนโลยีสร้างนวัตกรรมเพื่อสังคมและรองรับอนาคตของประเทศไทยที่จะก้าวเข้าสู่ประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน..." [51] เป็นบทนำที่กล่าวถึงการประยุกต์หุ่นยนต์ในงานวิจัยในรูปแบบร่วมผสมการทำงานหุ่นยนต์ "บัวน้ำ" "บัวฟ้า" และ "บัวดิน" ผ่านการควบคุมโดยหุ่นยนต์กระเป๋าลากเลื่อนซึ่งทำหน้าที่เป็นศูนย์ควบคุมการทำงานและศูนย์รวบรวมข้อมูลเฉพาะกิจซึ่งสามารถติดต่อผ่านเครือข่ายสื่อสารอื่น ๆ ที่เหลือผ่านดาวเทียมดังผังการสาธิตต่อสื่อมวลชนที่บริเวณตึก A และบริเวณหอประชุมคณะวิศวกรรมศาสตร์เนื่องในวัน "Innovation day" ดังภาพที่ 4.10-4.11 สำหรับตัวอย่างการทำงานของเครือข่ายหุ่นยนต์ที่กระชับและเข้าใจง่ายคือการนำเสนอโดยข่าวสามมิติ ในวันที่ 10 สิงหาคม 2556 [52] ดังแสดงในภาพที่ 4.12-4.13



ภาพที่ 4.10 การสาธิตการทำงานของหุ่นยนต์วัน "Innovation day"

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

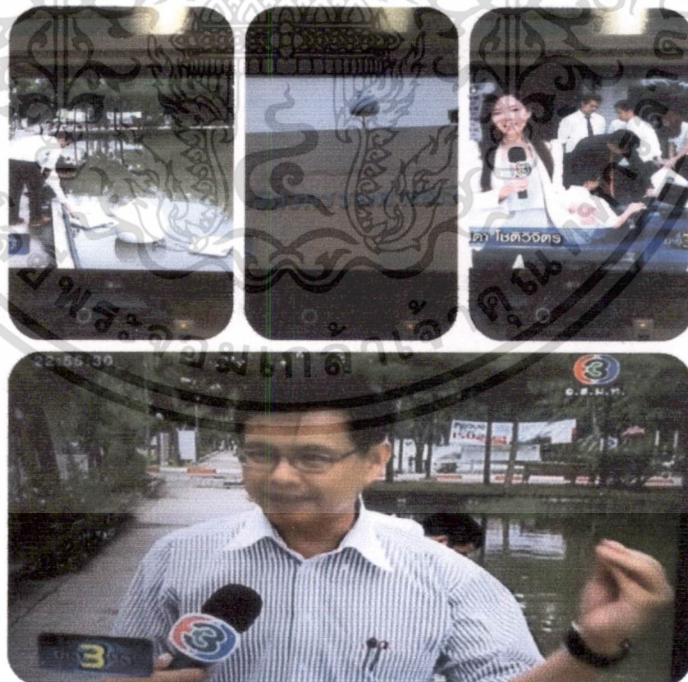


ภาพที่ 4.11 ผังสถานที่จัดแสดงสาริตต่อสื่อมวลชนในวัน "Innovation day"

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.12 เครื่องถ่ายหุ่นยนต์ "บัวน้ำ บัวฟ้า และบัวดิน" เรียกตามสถานที่ตั้ง



ภาพที่ 4.13 เครื่องถ่ายหุ่นยนต์หาพลังงานได้จากเซลล์แสงอาทิตย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

ดังกล่าวแต่แรกว่าวัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้เพื่อพัฒนานวัตกรรมหุ่นยนต์รูปแบบกระเป๋าลากเลื่อนช่วยงานอเนกประสงค์ใช้ประโยชน์ในการประชาสัมพันธ์ภายใต้อัตลักษณ์เชิงประจักษ์ของแบรนด์ “ซง โค” ดอกไม้ประจำคณะวิศวกรรมศาสตร์ งานวิจัยจึงมุ่งตอบ โจทย์วิจัยดังกล่าว และได้ผลลัพธ์ตลอดจนผลกระทบสำเร็จสนองจุดประสงค์ในงานวิจัยที่กำหนดไว้ ดังมีข้อสรุปและข้อเสนอแนะดังนี้

5.1 บทสรุป

1) เทคนิคอัลกอริทึมการปฏิสังสรรค์ของหุ่นยนต์กระเป๋าลากเลื่อนกับมนุษย์และกับสิ่งแวดล้อมใช้เทคนิคแผนภาพนำร่องอิงศูนย์กลางคนใกล้สุด ซึ่งผู้วิจัยได้ต่อยอดจากงานวิจัยในอดีตของนักวิจัยต่างประเทศโดยนำเทคนิควิธีการต่างๆ มาผสมผสานให้เหมาะกับการนำไปใช้ในสถานที่ดังแสดงรายละเอียดในบทที่ 3 การพิจารณาระยะห่างระหว่างการปฏิสังสรรค์ของหุ่นยนต์กับคนและหุ่นยนต์กับสิ่งกีดขวางให้หลักการหาค่าน้อยสุดของระยะทางที่จะทำให้เกิดความปลอดภัย ไม่มีพื้นที่ทับซ้อนของวงกลมหรือวงรีแสดงอาณาเขตของพื้นที่อ่อนไหวของหุ่นยนต์และของมนุษย์ ซึ่งเทคนิคนี้ได้นำมาใช้ในโหมดของการเคลื่อนที่ในพื้นที่ทำงานของหุ่นยนต์ทุกตัวที่สร้างขึ้นจากงานวิจัยนี้

2) โปรโตคอลการสื่อสารระหว่างหุ่นยนต์กระเป๋าลากเลื่อน ใช้มาตรฐาน IEEE 802.11 เครื่องข่ายไร้สายเชื่อมต่อระหว่างลูกข่ายกับแม่ข่ายหุ่นยนต์กระเป๋าลากเลื่อน ซึ่งสามารถประยุกต์ใช้เป็นเครือข่ายทดแทนเครือข่ายสื่อสารหลักยามเกิดพิบัติภัย หรืออาจใช้เป็นตัวทวนสัญญาณ ในกรณีอับสัญญาณ WIFI หรือสัญญาณคลื่นเครือข่ายได้อีกด้วย การเพิ่มระบบโปรโตคอลสื่อสารในเครือข่ายท้องถิ่นเฉพาะกิจ (Adhoc network) ด้วยเทคโนโลยีเครือข่ายสื่อสารไร้สาย (Wireless communication network) ร่วมกับระบบเซ็นเซอร์ไร้สาย (Wireless sensor network) ให้กับเครือข่ายหุ่นยนต์ (Robotics network) จึงจัดเป็นนวัตกรรมใหม่ที่บูรณาการสี่เทคโนโลยีเครือข่ายที่ใช้และกำลังศึกษาวิจัยในปัจจุบันเข้าด้วยกัน และจัดเป็นอัตลักษณ์ของคณะวิศวกรรมศาสตร์ที่เริ่มจากการเป็นวิทยาลัยที่มีชื่อเสียงทางด้านโทรคมนาคม ซึ่งต่อมาเป็นส่วนหนึ่งของสถาบันฯ และยังคงมีชื่อเสียงทางด้านโทรคมนาคมจนถึงปัจจุบัน

3) การประยุกต์เพื่ออรรถประโยชน์ที่หลากหลายสามารถทำได้โดยง่ายเพียงเปลี่ยนรูปลักษณะของหุ่นยนต์กระเป๋าลากเลื่อนให้เหมาะแก่งานที่นำไปใช้ เช่นการใช้งานเพื่อเป็นพुरुชบุรุษสามารถทำได้โดยแปลงรูปกระเป๋าลากเลื่อนเป็นรูป "ดอกบัว" ซึ่งเป็นสัญลักษณ์ทางพุทธศาสนาซึ่งสะท้อนคุณธรรม การตรัสรู้และความอดทน ด้วยเหตุที่ดอกบัวสามารถทนเติบโตขึ้นได้แม้ในโคลนตมซึ่งตรงกับอัตลักษณ์ "ซ้อสัตย์ ใฝ่รู้ สู้งาน"

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของสถาบันฯ นอกจากนี้โครงสร้างที่เป็นรูปดอกบัวยังคงตอบสนองงาน "ราชบุชา" เพราะดูประหนึ่งฐานพอร์มพื้นบริสุทธิ์ทางสถาปัตยกรรม โครงสร้างบรรจุภัณฑ์เสมือนการต่อปลายรัศมี 31 แฉกของพระมหาพิชัยมงกุฏ อันเป็นตราสัญลักษณ์ของสถาบันฯ ที่ได้รับพระมหากรุณาธิคุณฯ ประทานให้ ซึ่ง โครงสร้างที่ปรับเปลี่ยนไปจากเดิมนี้เป็นเพียงสองตัวอย่างที่ได้กลั่นกรองให้เป็นนวัตกรรมการประยุกต์หุ่นยนต์กระเป๋าลากเลื่อนจากรูปลักษณะแบบคาดเดาได้สู่รูปลักษณะแบบเชิง "อูรูป ไร้กรอบคิด" ในงานวิจัยนี้ได้แสดงการประยุกต์งานพุทธบูชาของหุ่นยนต์กระเป๋าลากเลื่อนร่วมกับเทคโนโลยีการสร้างภาพสามมิติ และประยุกต์โครงสร้างผันรูปแปลงดังกล่าวนี้กับงานต้นแบบเครือข่ายหุ่นยนต์สู่ระบบสารสนเทศในยามพิบัติภัยซึ่งได้จัดแสดงประชาสัมพันธ์ระดับคณะวิศวกรรมศาสตร์เพื่อกระตุ้น ใจเยาวชนให้เกิดความสนใจทางเทคโนโลยีและเพื่อเสริมภาพลักษณ์ขององค์กรก่อน สื่อมวลชนจำนวนมากให้ความสนใจในงานที่จัดแสดงดังที่ได้รายงานในบทที่ 4

4) **ต้นแบบ**ที่ได้จากงานวิจัยที่ไม่ได้ผันแปลงรูปเพื่อสร้างนวัตกรรมตามอัตลักษณ์ใหม่ ซึ่งเป็นรูปกระเป๋าลากเลื่อนแบบดั้งเดิมที่สามารถเปลี่ยนเป็นหุ่นยนต์มีแขนและล้อเลื่อนนั้น จัดได้เป็นนวัตกรรมในตัวเองและอัตลักษณ์ในตัวเองอยู่แล้วเพราะจากการสืบค้นข้อมูล ในอดีตมาถึงการเป็นรายงานฉบับสมบูรณ์นี้ ยังไม่พบ โครงสร้างและการประยุกต์ที่มีความเหมือนกันกับหุ่นยนต์กระเป๋าลากเลื่อนที่นำเสนอนี้ คงมีความคล้ายเพียงบางส่วนหรือคล้ายเฉพาะบางกลไกเท่านั้น นอกจากนี้ต้นแบบมีส่วนที่เป็นลายเซนต์ทางเทคโนโลยีของคณะผู้วิจัยคือการมีโหมดการขับเคลื่อนด้วยสัญญาณออลวน

5.2 ข้อเสนอแนะ

1) **เทคนิคอัลกอริทึม**ที่ได้จากงานวิจัยนี้สามารถนำมาเป็นแม่แบบสร้างหุ่นยนต์เคลื่อนที่ที่มีการใช้งานในพื้นที่ที่มีการอยู่ร่วมกันของหุ่นยนต์กับคนและหุ่นยนต์กับสิ่งกีดขวาง ผู้ต่อยอดสามารถนำแนวคิดที่ได้มาดัดแปลงให้เหมาะสมกับงานที่นำไปใช้ เช่น ถ้าเป็นงานที่ไม่ต้องการความปลอดภัยสำหรับมนุษย์ในพื้นที่ที่สามารถออกแบบสวิทช์โหมดให้ไม่ต้องมีการตรวจสอบ โป้ร โดคคอลลจากตัวตรวจรับว่าได้ส่งค่าการเกณฑ์ประเมินในการตัดสินใจเพื่อความปลอดภัยของมนุษย์ดังแสดงในบทที่ 3 ซึ่งทำให้ประหยัดเวลาในการคำนวณจากไมโคร โป้รเซสเซอร์หรือไมโครคอนโทรลเลอร์ หรืออาจใช้เป็นแบบออนบอร์ดขนานได้ตามความเหมาะสม

2) **โป้ร โดคคอลลการสื่อสาร**ระหว่างหุ่นยนต์กระเป๋าลากเลื่อนสามารถดัดแปลงโดยการใช้ไฮบริดกับ โดคยให้มาตรฐาน IEEE 802.11 เป็นพื้นรองรับฟังก์ชันการทำงานในโหมดปกติ และอาจเขียนกำหนดค่า โป้ร โดคคอลลเพิ่มเติมเองเพื่อรักษาความปลอดภัยของข้อมูลในการประยุกต์ที่ต้องการการพิสูจน์ตนเพื่อรักษาความเป็นส่วนตัว เช่นการประยุกต์ทางด้านระบบการทหาร หรือระบบทางการเงินซึ่งถือว่าการรักษาความปลอดภัยของข้อมูลการเงินและการทหารต้องเป็นสิ่งสำคัญในการพิจารณา

3) การประยุกต์เพื่ออรรถประโยชน์ที่หลากหลายควรได้รับการส่งเสริมให้เกิดจินตนาการนำสู่ความเป็นหนึ่งและเป็นที่พึ่งของสังคม การประยุกต์ให้เกิดอรรถประโยชน์สูงสุดเป็นสิ่งควรทำซึ่งหมายถึงการต่อ ยอดองค์ความรู้ให้ข้ามเส้นแบ่งระหว่างการทำเพื่อ "พิสูจน์ทราบ" สู่การทำ "เพื่อเกิดรายได้" จากภาคการศึกษาสู่การนำไปใช้ในเชิงพาณิชย์ต่อไป

4) ต้นแบบที่ได้จากงานวิจัยควรได้รับการดูแลต่อเนื่องให้ใช้งานได้ อย่างน้อยเพื่อใช้ประกอบการเรียนการสอน นอกจากนี้ควรต่อยอดให้ได้รับลักษณะที่เหมาะสมกับการใช้งานในเชิงพาณิชย์ เพราะที่สุดของการวิจัยควรเป็นงานที่ก่อให้เกิด "ความมั่งคั่ง" เพื่อความ "มั่นคง" ของการบริหารทรัพย์สินทางปัญญาของคณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาบันฯ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

- [1] de Luca, A., and Siciliano, B., "Regulation of flexible arms under gravity," IEEE Transactions on Robotics and Automation, Vol. 9 Issue. 4, pp. 463-467, 1993.
- [2] Canon, R. H. Jr., and Schmitz, E., "Initial Experiment on the End-Point Control of flexible one-Link Robot," The international Journal of Robotic Research, Vol. 3, No. 3, pp. 666-672, 1984
- [3] Nemir, D.C., Koivo, A. J., and Kashyap, R. L., "Pseudolinks and the self-tuning control of a nonrigid link mechanism," IEEE Trans. Systems, Man and Cybernetics, Vol. 18, pp. 40-48, 1988.
- [4] Yang, T. C., Yang, Y. C. S., and Kudva, P., "Load-adaptive control of a single-link flexible manipulator," IEEE Trans. Systems Man and Cybernetics, Vol. 22, No. 1, pp. 85-91, 1992.
- [5] Thomas, S., and Bandyopadhyay, B., "Comment on "A new controller design for a flexible one link manipulator"," IEEE Trans. Automatic Control, Vol. 42, pp. 425-428, 1997.
- [6] Sooraksa, P., and Chen, G., "Mathematical Modeling and Fuzzy Control of a Flexible-Link Robot Arm," J. of Mathematical Computing and Modeling, Vol. 27, pp. 73-93, 1998.
- [7] Ibrahimbegovic, A., and Mamouri, S., "Nonlinear dynamics of flexible beams in planar motion formulation and time-stepping scheme for stiff problems," Computers and Structures, pp. 1-22, 1999.
- [8] Rhim, S., and Book, W.J., "Noise effect on adaptive command shaping methods for flexible manipulator control," IEEE Transactions on Control Systems Technology, Vol. 9, Issue 1, pp. 84-92, 2001.
- [9] Karkoub, M., and Tamma, K., "Modelling and μ -synthesis control of flexible manipulators," Computers and Structures, Vol. 79, pp. 543-551, 2001.
- [10] www.quanser.com use keyword (search) "rotary flexible link"
- [11] Nicosia, S., Valigi, P., and Zaccarian, L., "Dynamic modeling of a two-link flexible robot and experimental validation, IEEE Int. Conf. On Robotics and Automation, Vol. 3, p. 1953-1958, 1996.
- [12] Park, K., and Park, Y., "Fourier-based optimal design of a flexible manipulator path to reduce residual vibration of the end-point," Robotica, Vol. 11, pp. 263-272, 1993.
- [13]. Yang, H., Krisnan, H., and Ang., M. H. Jr., "A modal feedback control law for vibration control of multi-link flexible robots," Proc. of the American Control Conf., pp. 1821-1822, 1998.
- [14] Luca, A. D., and Siciliano, B., "Closed-form dynamic model of planar multilink lightweight robots,"

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- IEEE Trans. on Systems, Man, and Cybernetics, Vol. 21, No. 4, pp. 826-839, 1991.
- [15] Bellezza, F., Lanari, L., and Ulivi, G., "Exact modeling of the slewing flexible link," Proc. IEEE Int. Conf. Robotics and Automation, pp. 734-739, 1990.
- [16] Nicosia, S., Tomei, P., and Tornambe, A., "Dynamic modeling of flexible robot manipulator," Proc. IEEE Int. Conf. Robotics and Automation, pp. 365-372, 1986.
- [17] Tomei, P., and Tornambe, A., "Approximate modeling of robots having elastic links," IEEE Trans. on Systems, Man, and Cybernetics, Vol. SMC-18, pp. 831-840, 1988.
- [18] Yazdizadeh, A., Khorasani, K., and Patel, R. V., "Identification of a two-link flexible manipulator using adaptive time delay neural networks," IEEE Trans. on Systems, Man, and Cybernetics, Part B., pp. 165-172, 2000.
- [19] Yazdizadeh, A., and Khorasani, K., "Nonlinear system identification using adaptive time delay neural networks," Proc. World Congress Neural Networks, pp. 482-485, 1997.
- [20] M. H., Jr., "A simple rest-to-rest control command for a flexible link robot," Proc. IEEE Int. Conf. Robotics and Automation, pp. 3312-3316, 1997.
- [21] Krisnan, H., and Vidyasagar, M., "Bounded input discrete-time control of a flexible beam: theory, simulation, and experimental results," Proc. ASME meeting, pp. 1-16, 1988.
- [22] Lucibello, P., and Bellezza, F., "Nonlinear adaptive control of a two-link flexible robot arm," IEEE Int. Conf. Decision and Control, pp. 2545-2550, 1990.
- [23] Khorrami, F., and Ozguner, U., "Perturbation methods in control of flexible link manipulators, Proc. IEEE Int. Conf. Robotics and Automation, pp. 310-315, 1998.
- [24] Daafouz, J., Garcia, G., and Bernussou, J., "Robust control of a flexible robot arm using the Quadratic d-Stability Approach," IEEE Trans. on Control Systems Technology, Vol. 6, No. 4, 1998.
- [25] Sooraksa, P. and Klomkarn, K., An Authentication Device, World Intellectual Property Organization, WO 2008/044998 A1.
- [26] Sooraksa, P. and Klomkarn, K., "No-CPU" chaotic robots: From classroom to commerce," IEEE Magazine, Vol 10, Issue 1, pp. 46-53, 2010.
- [27] K. Klomkarn, and P. Sooraksa, "Simple self instructional module based on chaotic oscillator: Few blocks generating many patterns," *International Journal of Bifurcation and Chaos*, Vol.21, Issue 5, pp. 1469-1491, 2011.

- [28] J. Sun, X. Zhu, C. Zhang and Y. Fang, "RescueMe: Location-Based Secure and Dependable VANETs for Disaster Rescue," *IEEE Journal on Selected Areas in Communications*, March, 2011.
- [29] K Kanchanasut, "Building A Long-distance Multimedia Wireless Mesh Network for Collaborative Disaster Emergency Responses", Publisher: Internet Education and Research Laboratory, Asian Institute of Technology (AIT), pp. 1-19 , " April 2007
- [30] Charles E. Perkins, Elizabeth M. Royer, and Samir R. Das, "Performance Comparison of Two On-demand Routing Protocols for Ad Hoc Networks," In *Proceedings of the IEEE Infocom*, pp. 3-12. Israel : Tel Aviv, March 2000.
- [31] Broch, J. et al, "A Performance Comparison of Multi-Hop Wireless Ad Hoc Network Routing Protocols," In *Proceedings of the Fourth Annual ACM/IEEE International Conference on Mobile Computing and Networking*, Dallas-Texas, October 1998.
- [32] Tony L. "Routing Protocols in Wireless Ad-hoc Networks, A Simulation Study," Master's thesis in Computer Science and Engineering, Lulea University of Technology, Stockholm, 1998.
- [33] Lundgren, H., Nordstrom, E., and Tschudin, C., "Coping with Communication Gray Zones in IEEE 802.11b based Ad hoc Networks," Department of Information Technology, Uppsala University, September 2002.
- [34] Lundgren, H. et.al, "A Large-scale Testbed for Reproducible Ad hoc Protocol Evaluations," In *Proceedings of IEEE Wireless Communications and Networking Conference (WCNC02)*, March 2002.
- [35] Lundberg, D., "Ad hoc Protocol Evaluation and Experience of Real World Ad Hoc Networking," Department of Information Technology, Uppsala University, 2002.
- [36] Corson, S. and Macker, J., "Mobile Ad hoc Networking (MANET): Routing Protocol Performance Issues and Evaluation Considerations," RFC 2501, January 1999.
- [37] Sisbot, E. A., Marin-Urias, L. F., Alami, R. and Simeon, T., "A human aware mobile robot motion planner," *IEEE Trans. Robot.*, Vol. 23, No. 5, pp. 874–883, Oct. 2007.
- [38] Takeshi, S. and Hideki, H., "Human observation based mobile robot navigation in intelligent space," in *Proc. IEEE/RSJ Int. Conf. Intell. Robots Syst.*, 2006, pp. 1044–1049.
- [39] Minguez, J., and Montano, L., "Nearness Diagram (ND) Navigation: Collision Avoidance in Troublesome Scenarios," *IEEE Trans. Robot.*, Vol.20, No.1, pp. 45-59, Feb. 2004.

- [40] Fox, D., Burgard, W., and S. Thrun, "The dynamic window approach to collision avoidance," *IEEE Robot. Autom. Mag.*, Vol. 4, No.1, pp. 23-33, Mar. 1997.
- [41] Alami, R., Belousov, I., Fleury, S., Herrb, M., Ingrand, F., Minguez, J. and Morisset, B., "Diligent: towards a human-friendly navigation system," in *Proc. IEEE/RSJ Int. Conf. Intell. Robot. Syst.*, 2000, pp. 21–26.
- [42] Lam, C. P., Chou, C.T., Chiang, K.H., and Fu, L.C., "Human-Centered Robot Navigation-Towards a Harmoniously Human-Robot Coexisting Environment," *IEEE TRANS. ROBOT.*, Vol. 27, No. 1, pp. 99-112, FEB. 2011
- [43] Khatib, O., "Real-time obstacle avoidance for manipulators and mobile robots," *Int. J. Robot. Res.*, Vol. 5, pp. 90-98, 1986.
- [44] LaValle, S.M., and Kuffner, Jr., J.J., "Randomized kinodynamic planning," *Int. J. Robot. Res.*, Vol. 20, pp. 378–400, 2001.
- [45] Westphal, L., *Handbook of Control System Engineering*, 2nd Ed., Kluwer Academic Publishers: Massachusetts, 2001.
- [46] Webster, J. G., *The Measurement, Instrumentation, and Sensors Handbook*: IEEE Press, 1999.
- [47] Gibson, J. D., *The Communication Handbook*, Second Ed., CRC Press: Florida, 2002.
- [48] Ashby, M. F., *Material Selection in Mechanical Design*, Third Ed., Pergamon Press: Massachusetts, 2005.
- [49] <http://www.thaipr.net/education/481685> วันที่สืบค้น 9 กันยายน 2556
- [50] <http://www.thairath.co.th/content/tech/350130> วันที่สืบค้น 9 กันยายน 2556
- [51] <http://www.vcharkarn.com/vservice/showkratoo.php?Pid=75382> วันที่สืบค้น 19 กันยายน 2556
- [52] ข่าวสามมิติ ประจำวันที่ 10 สิงหาคม 2556
http://www.youtube.com/watch?v=dkYwMQRqFrQ&feature=youtu.be&desktop_uri=%2Fwatch%3Fv%3DdkYwMQRqFrQ%26feature%3Dyoutu.be&app=desktop

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

บทบรรยายประกอบพิธีเปิดงานลาดกระบังรวมใจดับบาตรกตัญญูบูชาบุคคลต้นกำเนิดสถาบันฯ

[เปิดโดยหุ่นยนต์กล่าวพร้อมโบกธงอาเซียนสิบประเทศเบา ๆ]

สวัสดีครับ ท่านผู้มีบุญที่เคารพรักทั้งหลาย กระผมอุปาสกขงโค หลายท่านอาจจำผมได้ตั้งแต่ปีที่แล้วว่า เป็นหุ่นยนต์ตัวแรกของโลกที่มีความเคารพเลื่อมใสในพระรัตนตรัยเป็นสรณะที่พึ่งที่ระลึกอันสูงสุดครับ ในวันนี้ขอกราบเรียนเชิญทุกท่านให้มาเอาบุญใหญ่ดับบาตรอาเซียนเพื่อบูชาคุณแต่ท่านเจ้าคุณทหารและคุณย่าเลี่ยมตามความคิดแรกเริ่มของท่าน ดร. สรรพสิทธิ์และทีมงาน อันมีท่านอธิการ ศาสตราจารย์ ดร. ถวิล พึ่งมา และ ศาสตราจารย์ ดร. สุชัชวีร์ สุวรรณสวัสดิ์ กณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง..เป็นหลักเป็นประธาน หลายท่านอาจสงสัยว่าท่านเจ้าคุณทหารและคุณย่าเลี่ยมเป็นใคร โปรดมองตามลำแสงเลเซอร์ที่ยิงจากหน้าผากของกระผมไปจุดคบเพลิงเพื่อเบิกภาพ ใช้พลังแห่งไฟฉายเวลาจากยุคสังกมเศรษฐกิจอาเซียนย้อนเวลาหาอดีต

[หุ่นยนต์ขง โคบล้อยแสงเลเซอร์หกลำ เขียวสาม แดงสาม ออกจากหน้าผาก สูงสุดแสดงภาพ 3 มิติ]

[ปรากฏภาพไฟลูกโชน ณ จุดแสดงภาพ (หุ่นยนต์บรรยายต่อ)]

ในวันที่ 27 มิถุนายน พ.ศ. 2404

พระบาทสมเด็จพระจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว รัชกาลที่ 4

[แสดงภาพพระจอมเกล้าฯ 3 มิติ หมุนรอบตัว (หุ่นยนต์บรรยายต่อ)]

ทรงพระกรุณาโปรดเกล้าฯ

ให้ เจ้าพระยาศรีพิพัฒนรัตนราชโกษา (แพ บุนนาค) เป็นหัวหน้าคณะราชทูต เจ้าหมื่นไวยวรนาถ (เจิม แสงชูโต) เป็นอุปทูต และ พระณรงค์วิจิตร (วร บุนนาค) เป็นตรีทูต นำพระราชสาส์นและเครื่องมงคลราชบรรณาการ

ไปเจริญสัมพันธไมตรีกับ พระเจ้านโปเลียนที่ 3 แห่งประเทศฝรั่งเศส (Napoleon III of France)

ในครั้งนั้น แม้ว่าชาติสยาม จะเป็นเพียงประเทศเล็กๆบนเวทีโลก แต่ก็ได้เข้าร่วมงานนิทรรศการ EXPO โลก ณ กรุงปารีส โดยบุชของสยาม ได้ตกแต่งอย่างวิจิตรบรรจง นำเสนอเรื่องราว วิถีชีวิต ประเพณีวัฒนธรรมอัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สูงส่ง รวมทั้งนำเสนอปรัชญาการดำเนินชีวิตที่เรียบง่ายและดีงามของชาวสยาม ให้ชาวโลกได้ประจักษ์ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง "พระมหาพิชัยมงกุฏ"

[แสดงภาพพระมหาพิชัยมงกุฏ 3 มิติหมุนรอบตัว (หุ้มนยนต์บรรยายต่อ)]

เป็นสิ่งได้รับการกล่าวขานอย่างกว้างขวางในงานนิทรรศการครั้งนั้น เพราะเป็นงานศิลปะที่ได้รับการตีราคาว่าเป็นชิ้นงานศิลปวัตถุที่มีมูลค่าสูงสุดบนผืนแผ่นดินยุโรป (ในขณะนั้น) อีกทั้งยังมีความหมายที่แสดงถึงพระราชภารกิจอันใหญ่หลวง ที่องค์พระมหากษัตริย์สยาม ต้องทรงแบกรับไว้เหนือพระเศียรตลอดเวลา คือการบริหารราชการแผ่นดินและดูแลทุกข์สุขของปวงประชาราษฎร์ และเมื่อเสร็จสิ้นงาน Expo ในครั้งนั้น คณะราชทูตชุดนี้ ได้เข้าเฝ้าพระเจ้านโปเลียนที่ 3 แห่งฝรั่งเศส และได้ถวายศิลปวัตถุอันทรงคุณค่าทุกชิ้นที่จัดแสดงในงาน ไว้เป็นสมบัติของชาติฝรั่งเศส (รวมทั้งพระมหาพิชัยมงกุฏ ที่แสดงไว้ในภาพ ซึ่งได้มีการเก็บรักษาและตั้งแสดงไว้ ณ กรุงปารีส ตราบจนปัจจุบันนี้) เพื่อเป็นระลึกถึงการมาเจริญสัมพันธไมตรีในครั้งนี้ และเป็นการประกาศความเป็น "ไท" ของชาติสยาม ชาติเล็กๆ ในเวทีโลก ว่า เราเป็นชาติที่เจริญพร้อม ทั้งด้านวัตถุ ด้านจิตใจ และด้านปรัชญาในการปกครองประเทศ

[แสดงภาพท่านเจ้าคุณทหารสามมิติหมุนรอบตัว (หุ้มนยนต์บรรยายต่อ)]

ท่านพระณรงควิชีวิต (วร บุนนาค) หนึ่งในคณะราชทูต เมื่อกลับมายังสยาม ได้รับราชการด้วยความซื่อสัตย์สุจริต ทำคุณประโยชน์มากมายแก่ประเทศชาติ จนได้รับพระราชทานตำแหน่งสูงสุดคือ เจ้าพระยาสุรวงศ์ไวยวัฒน์ (วร บุนนาค) หรือที่เรียกกันทั่วไปว่า "เจ้าคุณทหาร" และในบั้นปลายของชีวิต ท่านได้มาใช้ชีวิตที่บริเวณหัวตะเข้ และได้ปรารภกับทายาทว่า ต้องการจะให้มิสสถานศึกษาชั้นสูง สำหรับคนไทยได้ศึกษาเล่าเรียน

ดังนั้น ในปี พ.ศ. 2500 พ.ศ. ท่านเลี่ยม พรตพิทยพยัต ทายาทของท่าน ได้แจ้งความประสงค์ไว้ในการบริจาคที่ดิน อันเป็นที่ตั้งของสถาบันฯ ในปัจจุบัน

[แสดงภาพท่านย่าเลี่ยมในกรอบรูป 4 รูปต่าง ๆ กัน หมุนวนให้ชมรอบด้าน (หุ้มนยนต์บรรยายต่อ)]

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จึงได้ถือกำเนิดขึ้น โดยได้รับพระราชทานเครื่องหมาย "พระมหาพิชัยมงกุฏ" ซึ่งนอกจากจะเป็นพระสัญลักษณ์แห่งองค์พระจอมเกล้าเจ้าอยู่หัวแล้วยังมีอีกความหมายที่สำคัญยิ่ง คือ เป็นสัญลักษณ์ให้ศิษย์สจล.ทุกคน ได้ตระหนักถึงภาระหน้าที่ต่อสังคมและประเทศชาติ โดยเป็นสิ่งที่ศิษย์ทุกคนต้องระลึก ยึดถือปฏิบัติและรับผิดชอบไว้ตราบนานชั่วชีวิต

ทุกท่านครับ วันนี้ ...แม้ผมจะเป็นหุ้มนยนต์แต่ก็รู้สึกรักสถาบันแห่งนี้มากๆ อยากร่วมตักบาตรแทนคุณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลประวัติคณะผู้วิจัย



ชื่อ-สกุล ปิติเชต สุวรรณา

ตำแหน่งปัจจุบัน รองศาสตราจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์คณะวิศวกรรมศาสตร์ สจล.

ได้รับรางวัลงานวิจัยดีเด่นปี 2551 มอบโดย สกว. และรางวัลต้นแบบโทรคมนาคมยอดเยี่ยม ปี 2553 และ สิทธิบัตร World Patent PCT 2008: An Authentication Device ร่วมกับ กฤดากร กล่อมการ



ชื่อ-สกุล กฤดากร กล่อมการ

ตำแหน่งปัจจุบัน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์คณะวิศวกรรมศาสตร์ สจล.

ได้รับรางวัลงานวิจัยดีเด่นปี 2551 มอบโดย สกว. และรางวัลต้นแบบโทรคมนาคมยอดเยี่ยม ปี 2553 และ สิทธิบัตร World Patent PCT 2008: An Authentication Device ร่วมกับ ปิติเชต สุวรรณา



ชื่อ-สกุล สุตพัฒน บุญฤทธิ์กิจ

ตำแหน่งปัจจุบัน รองศาสตราจารย์ ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สจล.

เชี่ยวชาญงานออกแบบสถาปัตยกรรมร่วมสมัย เป็นผู้กำกับแบบและออกแบบโครงสร้างงโคหุ่นยนต์ตัวแรกของโลกและหุ่นยนต์ขงโคโกอินเตอร์ ร่วมกับ กฤดากร กล่อมการและปิติเชต สุวรรณา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้