รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

นวัตกรรมถ่ายทอดองค์ความรู้หุ่นยนต์ตามหลักสุขลักษณะ

Innovation of Knowledge Transfer about Hygienic Robot

นางนวภัทรา หนูนาค

ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากเงินรายได้ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2561
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

การนวัตกรรมถ่ายทอดองค์ความรู้หุ่นยนต์ตามหลักสุขลักษณะ

Innovation of Knowledge Transfer about Hygienic Robot

นางนวภัทรา หนูนาค

ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากเงินรายได้ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2561

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัย “นวัตกรรมถ่ายทอดองค์ความรู้หุ่นยนต์ตามหลักสุขลักษณะ (Innovation of Knowledge Transfer about Hygienic Robot)” ขอขอบคุณศูนย์พัฒนานวัตกรรมและบริการทางวิศวกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สจล. สำหรับการอำนวยความสะดวกให้การสนับสนุนอุปกรณ์ เครื่องมือวิจัย และสถานที่สำหรับการดำเนินงานวิจัยโดยการวิจัยครั้งนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จากแหล่งทุนเงินรายได้ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2561

นวภัทรา หนูนาค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ II

กิตติกรรมประกาศ III

สารบัญ IV

สารบัญภาพ VI

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 2

1.3 ขอบเขตของการวิจัย 2

1.4 วิธีดำเนินการวิจัย 2

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 2

บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 3

2.1 การประยุกต์ใช้งานหุ่นยนต์ในอุตสาหกรรม 3

2.2 การใช้หุ่นยนต์ในการผลิตอาหาร 4

2.3 ระบบภาพฉายโฮโลแกรม 5

2.4 การออกแบบตามหลักสุขลักษณะ 5

บทที่ 3 การพัฒนาชุดสื่อการนำเสนอ 7

3.1 โฮโลแกรม 7

3.2 การพัฒนาองค์ความรู้หุ่นยนต์ตามหลักสุขลักษณะ 12

3.3 การประเมินสื่อการนำเสนอหุ่นยนต์ตามหลักสุขลักษณะ 14

บทที่ 4 ผลการดำเนินงาน 16

4.1 การจัดแสดงสื่อโฮโลแกรม 16

4.2 การประเมินสื่อการนำเสนอหุ่นยนต์ตามหลักสุขลักษณะ 18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ 20

เอกสารอ้างอิง 21

ภาคผนวก 22

ภาคผนวก ก สรุปค่าใช้จ่ายการดำเนินโครงการวิจัย 22

ประวัตินักวิจัย 23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่ **หน้า**

2.1 การประยุกต์ใช้งานหุ่นยนต์ในอุตสาหกรรม 3

2.2 หุ่นยนต์สำหรับการแปรรูปอาหาร 4

2.3 ตัวอย่างภาพฉายโฮโลแกรม 5

3.1 หุ่นโฮโลแกรม 7

3.2 ชุดนำเสนอด้วยโฮโลแกรม 9

3.3 การจัดทำวีดีโอสำหรับหุ่นโฮโลแกรม 10

3.3 ภาพวีดีโอในจอแสดงผล 10

3.4 การใช้งานหุ่นยนต์ 11

3.5 ชุดสื่อการนำเสนอเทคนิคโฮโลแกรม 12

3.6 ตัวอย่างภาพในคลิปวีดีโอ 12

3.7 แบบทดสอบที่สร้างด้วยโปรแกรม Kahoot 15

4.1 การแสดงโฮโลแกรมในงาน Open house KMITL 2018 16

4.2 การแสดงสื่อในงาน Engineering Expo 2018 17

4.3 การประมินสื่อการนำเสนอด้วยการการทำแบบทดสอบก่อนและหลัง 18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงการ นวัตกรรมถ่ายทอดองค์ความรู้หุ่นยนต์ตามหลักสุขลักษณะ
แหล่งเงิน เงินรายได้
ประจำปีงบประมาณ 2561 จำนวนเงินที่ได้รับการสนับส**นุน** 500,000 บาท
ระยะเวลาทำการวิจัย 1 ปี ตั้งแต่ 1 ตุลาคม 2560 ถึง 30 กันยายน 2561
รายนามคณะผู้วิจัย
รองศาสตราจารย์ ดร.นวภัทรา หนูนาค (หัวหน้าโครงการวิจัย)
ภาควิชาวิศวกรรมอาหาร คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

บทคัดย่อ

รายงานวิจัยนี้นำเสนอนวัตกรรมการถ่ายทอดองค์ความรู้หุ่นยนต์ตามหลักสุขลักษณะด้วยเทคนิคโฮโลกราฟฟิคโปรเจคชั่น เพื่อส่งเสริมให้การเรียนรู้เกี่ยวกับหุ่นยนต์ที่ใช้ในงานด้านสุขอนามัยเข้าใจได้ง่ายขึ้น ชุดนวัตกรรมถ่ายทอดองค์ความรู้ประกอบด้วย หุ่นยนต์ 6 แกน สื่อที่สามารถโต้ตอบกับผู้คนได้โดยมีการเชื่อมแผงหน้าจอสัมผัสทำหน้าที่ในการรับข้อมูลและส่งข้อมูลให้กับจอแสดงผลหรือโฮโลแกรม และคลิปวีดีโอซึ่งเนื้อหาประกอบด้วย วัสดุที่เหมาะสมกับหุ่นยนต์ ลักษณะพื้นผิว โครงสร้าง และส่วนประกอบต่าง ๆ ของหุ่นยนต์ที่เหมาะสมในการใช้ในงานอาหาร

คำสำคัญ : โฮโลแกรม หุ่นยนต์ การออกแบบตามหลักสุขลักษณะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Research Title: Innovation of Knowledge Transfer about Hygienic Robot

Researcher: Assoc. Prof. Dr.Navaphattra Nunak

Faculty of Engineering, Department of Food Engineering

ABSTRACT

This research report presents the innovation of knowledge transfer about hygienic robot using a hologram technique to promote using a robot in hygiene areas. The innovation consists of a 6-axis robot, virtual hologram which be able to interact via the controller touch screen between a demonstration set and a learner, and a video clip. Several contents such as material, finished surface, structure and other components of robot that using in food production are explained and displayed in the VDO clip.

Keywords: Hologram, Robot, Hygienic Design

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

ปัจจุบันหุ่นยนต์มีบทบาทอย่างมากในอุตสาหกรรมอาหาร โดยนอกจากสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตได้แล้ว ยังมีความเสถียรในการทำงาน และสามารถทำงานที่ซับซ้อนได้ การนำหุ่นยนต์มาใช้ในกระบวนการแปรรูปอาหารสิ่งที่สำคัญคือต้องคำนึงถึงการปนเปื้อนกับอาหาร หากทำความสะอาดได้ไม่ดีอาจเป็นแหล่งที่ก่อให้เกิดการปนเปื้อนจากจุลินทรีย์ก่อโรคไปสู่อาหารได้ ทำให้อาหารเกิดการเน่าเสียหรือไม่ได้คุณภาพซึ่งส่งผลกระทบต่อความปลอดภัยของผู้บริโภค ในสหภาพยุโรปมีองค์กร European Hygienic Engineering & Design Group (EHEDG) ได้กำหนดมาตรฐานแนวปฏิบัติที่ดีทางด้านสุขลักษณะของเครื่องจักรแปรรูปอาหาร เช่น พื้นผิวสัมผัสอาหารต้องทำด้วยวัสดุที่มีความสามารถทำความสะอาดได้ง่าย ไม่ก่อให้เกิดอันตรายจากการเป็นพิษมีความทนทาน ทนการกัดกร่อน ทนสารฆ่าเชื้อหรือสารทำความสะอาดในสภาวะการใช้งานได้ดี และพื้นผิวต้องเรียบ ไม่มีรอยแตกร้าว ที่อาจเป็นจุดสะสมของแบคทีเรีย อย่างไรก็ตาม องค์ความรู้ทางด้านหุ่นยนต์ที่นำมาใช้ในอุตสาหกรรมที่ต้องการความสะอาดขั้นสูง เช่น อาหาร ยา และอิเล็กทรอนิกส์ เป็นต้น ยังคงจำกัดอยู่ในวงแคบ โดยหุ่นยนต์ที่ใช้ในอุตสาหกรรมเหล่านี้ จำเป็นต้องเชื่อมั่นในด้านความสะอาด ดังนั้น องค์ความรู้ทางด้านการออกแบบหุ่นยนต์ตามหลักสุขลักษณะ จึงเป็นสิ่งสำคัญ นอกจากนี้ องค์ความรู้เกี่ยวกับหุ่นยนต์ ซึ่งค่อนข้างซับซ้อน และยากต่อการเข้าใจ ยังค่อนข้างจำกัดอยู่ในวงแคบ จึงจำเป็นต้องอาศัยนวัตกรรมการถ่ายทอดองค์ความรู้และเทคโนโลยีเพื่อให้ง่ายต่อการเข้าใจถึงประโยชน์ในการใช้งาน ความรู้พื้นฐานที่จำเป็นเกี่ยวกับหุ่นยนต์ ข้อควรระวังและประเด็นสำคัญที่ต้องพิจารณาหากจะนำไปใช้กับงานที่ต้องการสุขอนามัย เป็นต้น เพื่อให้เกิดประโยชน์ต่อการพัฒนาหุ่นยนต์ในวงกว้างอย่างยั่งยืน

สื่อการนำเสนอที่ดีมีผลอย่างมากต่อการดึงดูดความสนใจ ช่วยทำให้ความหมายของเรื่องที่เสนอชัดเจนยิ่งขึ้น สื่อความหมายได้ดีขึ้น ทำให้นามธรรมเข้าใจได้เด่นชัดและถูกต้องมากขึ้น รวมถึงช่วยให้สามารถจดจำเรื่องราวที่นำเสนอได้นาน ลดระยะเวลาในการอภิปรายเรื่องต่างๆ โดยสื่อการนำเสนอส่วนใหญ่เป็นสื่อประสม ด้วยการนำสื่อหลายประเภทมาใช้ร่วมกัน เพื่อช่วยให้การรับรู้และจดจำดีกว่าการใช้สื่อเพียงประเภทเดียว สื่อที่นำมาประกอบกัน เช่น เครื่องฉายภาพ ซึ่งเมื่อฉายภาพออกมาแล้วภาพเคลื่อนไหวได้ ทำให้ผู้ชมเกิดความรู้สึกใกล้เคียงประสบการณ์จริง หุ่นจำลองเป็นสื่อที่ใช้ในการประชาสัมพันธ์ได้เป็นอย่างดี ผู้ชมได้ประสบการณ์ใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากที่สุด จอแสดงผล เป็นสื่อที่รับสัญญาณภาพและเสียงเพื่อแสดงสิ่งที่ต้องการประชาสัมพันธ์ได้ และเครื่องเสียง เป็นสื่อที่ใช้ร่วมกับสื่อประเภทต่างๆ เพราะสามารถบันทึกเสียงต่างๆ ตลอดคำบรรยายได้

ดังนั้น งานวิจัยนี้ จึงนำเสนอนวัตกรรมถ่ายทอดองค์ความรู้หุ่นยนต์ตามหลักสุขลักษณะโดยใช้เทคนิคโฮโลแกรม ซึ่งประกอบด้วยแอปพลิเคชันในการโต้ตอบกับสื่อการนำเสนอ โปรแกรมระบบปฏิบัติการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หุ่นยนต์ (Robot Operating System : ROS) เพื่อควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ 6 แกน ซึ่งจะช่วยทำให้สิ่งที่นำเสนอสามารถจับต้องได้ น่าสนใจ และง่ายต่อการเรียนรู้

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อพัฒนานวัตกรรมการถ่ายทอดองค์ความรู้ด้วยเทคนิค holographic projection

1.2.2 เพื่อออกแบบและสร้างชิดสาธิตประกอบการเรียนรู้หุ่นยนต์

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

พัฒนานวัตกรรมการถ่ายทอดองค์ความรู้โดยอาศัยเทคนิค holographic projection พร้อมชุดสาธิตประกอบการเรียนรู้หุ่นยนต์

1.4 วิธีดำเนินการวิจัย

1.4.1 ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับโครงสร้างและหลักการทำงานของ Robot สำหรับการใช้ในงานอุตสาหกรรมอาหารตามโซนการผลิต

1.4.2 ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับเกณฑ์การออกแบบตามหลักสุขลักษณะ และแนวทางการประยุกต์ใช้กับ Robot รวมถึงขอบเขตการใช้งาน

1.4.3 ออกแบบการถ่ายทอดองค์ความรู้เกี่ยวกับ Hygienic Robot โดยใช้ Holographic projection

1.4.4 พัฒนาสื่อการเรียนรู้เกี่ยวกับ Hygienic Robot

1.4.5 ออกแบบและสร้างชุดอุปกรณ์ประกอบการเรียนรู้

1.4.6 ทดสอบความพร้อมของชุดอุปกรณ์ประกอบการเรียนรู้และการนำเสนอองค์ความรู้ผ่าน Holographic projection เกี่ยวกับ Hygienic Robot

1.4.7 นำเสนอชุดอุปกรณ์และสื่อการเรียนรู้ในงานนิทรรศการทางด้านวิศวกรรมและอุตสาหกรรมต่าง ๆ และจัดทำรายงานฉบับสมบูรณ์

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 ชุดนวัตกรรมถ่ายทอดองค์ความรู้หุ่นยนต์ตามหลักสุขลักษณะ

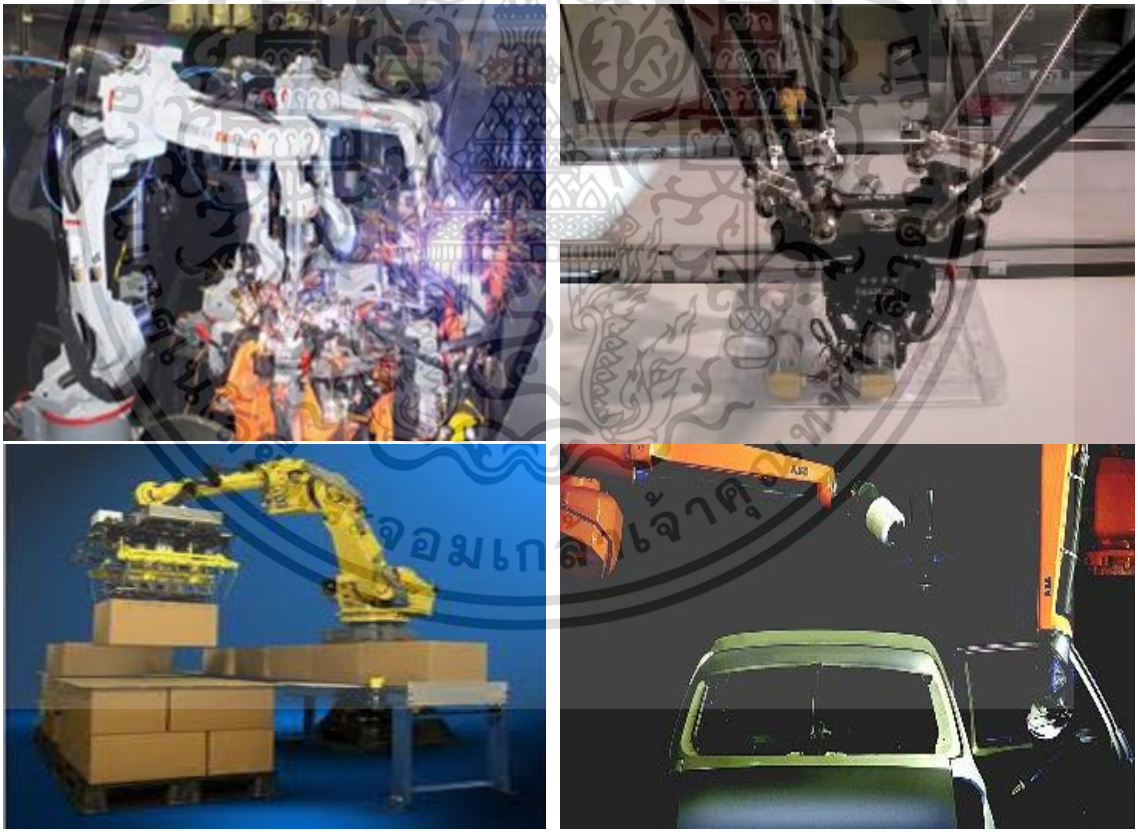
1.5.2 องค์ความรู้หุ่นยนต์ที่ถูกต้องตามหลักสุขลักษณะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การประยุกต์ใช้งานหุ่นยนต์ในอุตสาหกรรม

หุ่นยนต์อุตสาหกรรมโดยทั่วไปหมายถึงแขนหุ่นยนต์ที่ใช้ในสภาพแวดล้อมของโรงงานเพื่อการผลิต หุ่นยนต์อุตสาหกรรมแบบดั้งเดิมสามารถจำแนกตามเกณฑ์ที่ต่างกันเช่นประเภทของการเคลื่อนไหว (องศาอิสระ) การประยุกต์ใช้ (กระบวนการผลิต) สถาปัตยกรรม (แบบอนุกรมหรือขนาน) ประเภทของงานที่หุ่นยนต์ออกแบบมาให้ทำ โมเดลหุ่นยนต์สร้างขึ้นด้วยกระบวนการที่เฉพาะเจาะจง การใช้งานที่แตกต่างกันจะมีความต้องการที่แตกต่างกัน ตัวอย่าง เช่นหุ่นยนต์ภาพวาดจะต้องมีขนาดเล็ก แต่จะมีความแม่นยำและรวดเร็ว หุ่นยนต์อุตสาหกรรมจะมีลักษณะเฉพาะของการเคลื่อนไหว มิติการเชื่อมโยงควบคุมซอฟต์แวร์และชุดอุปกรณ์เสริม ตัวอย่างการประยุกต์ใช้งานเช่น หุ่นยนต์สำหรับ การเชื่อมโลหะ การประกอบชิ้นส่วน การจับวางสิ่งของ และการพ่นสี เป็นต้น

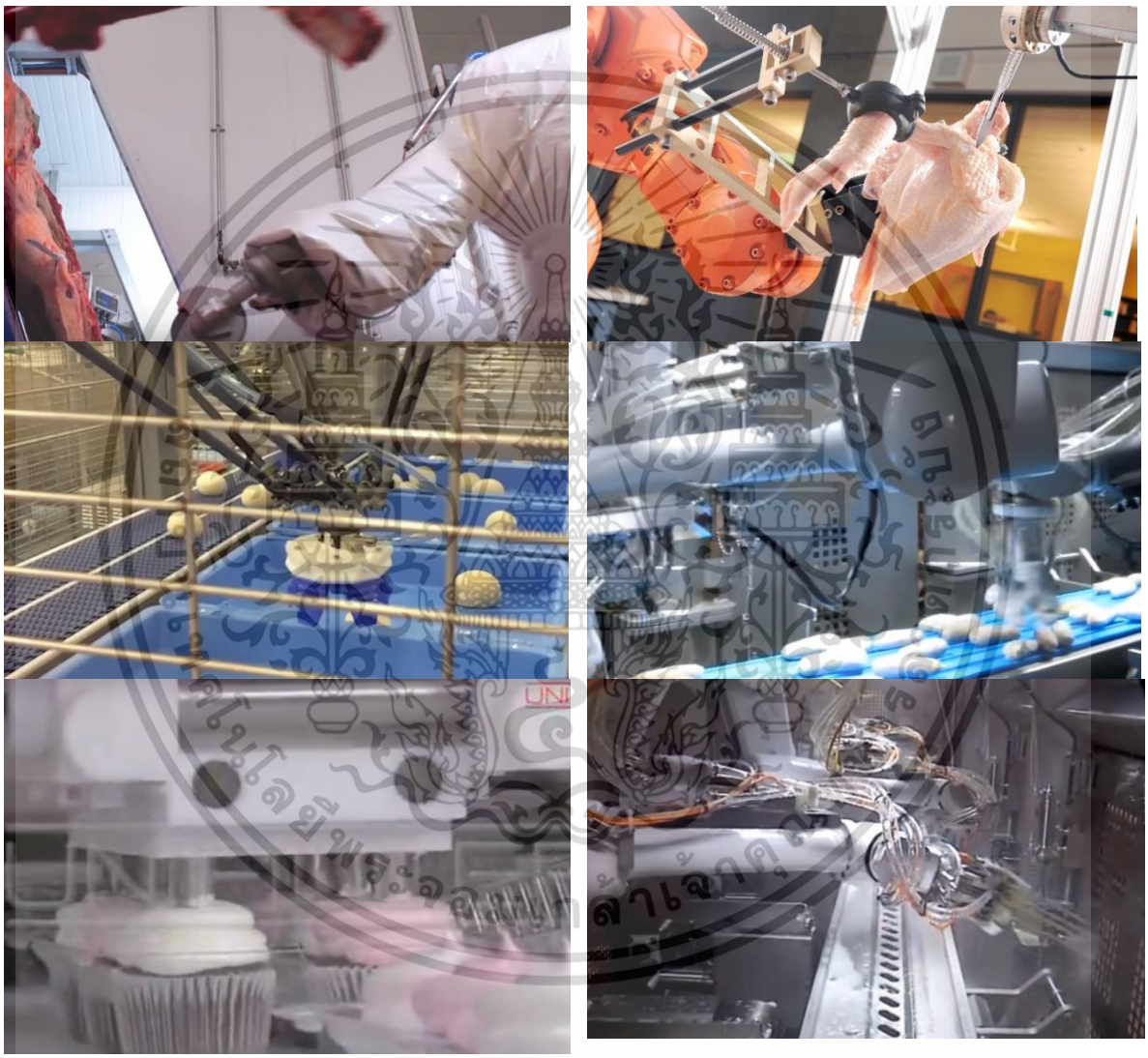


ภาพที่ 2.1 การประยุกต์ใช้งานหุ่นยนต์ในอุตสาหกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 การใช้หุ่นยนต์ในการผลิตอาหาร

การใช้หุ่นยนต์ในการผลิตอาหารมีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นเพื่อลดการปนเปื้อนในกระบวนการผลิตและปัญหาขาดแคลนแรงงาน คาดว่าความต้องการของระบบหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติทั่วโลกสำหรับอุตสาหกรรมอาหารจะเพิ่มขึ้นเป็น 2.5 พันล้านเหรียญภายในปี 2565 ในการแปรรูปอาหารด้วยหุ่นยนต์ได้แก่ หุ่นยนต์สำหรับการชำแหล่ะเนื้อสัตว์ หุ่นยนต์สำหรับคัดแยก ผัก ผลไม้ หุ่นยนต์สำหรับแต่หน้าเค้กและหุ่นยนต์สำหรับล้างทำความสะอาดเครื่องจักร เป็นต้น

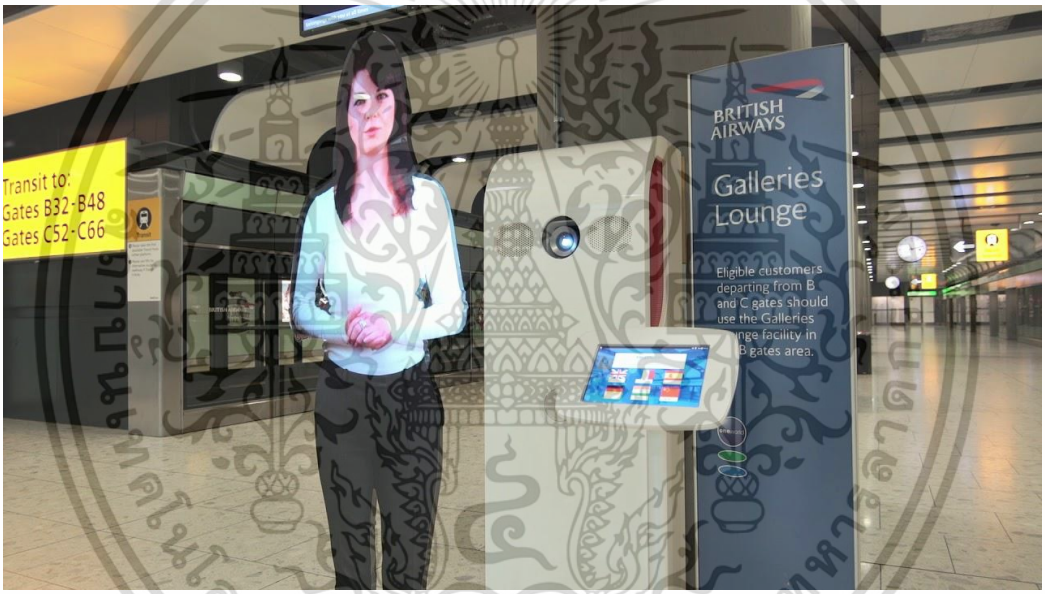


ภาพที่ 2.2 หุ่นยนต์สำหรับการแปรรูปอาหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 ระบบภาพฉายโฮโลแกรม (Hologram projection system)

โฮโลแกรม คือ รูปแบบของภาพที่สร้างขึ้นให้มีมิติ มีความลึกเหมือนนูนออกมา เป็นการสร้างที่เรียกว่า โฮโลกราฟี เป็นการบันทึกภาพแต่ละมิติบนระนาบ 2 มิติ จากนั้นภาพถ่าย 3 มิติจะถูกฉายด้วยแสงเลเซอร์ที่มีความยาวคลื่นเหมาะสม ซึ่งสนามคลื่นจะเกิดเป็นจุดบนวัตถุและมีการกระจายคลื่น เมื่อคลื่นของวัตถุมาทับซ้อนกันเรียกว่าคลื่นอ้างอิง จะทำให้เกิดภาพเป็นมิติ (Jiao and Tsang, 2013) โฮโลกราฟีเป็นเทคนิคที่ช่วยให้แสงกระจายจากวัตถุที่จะบันทึกและได้ถูกสร้างขึ้นใหม่ เพื่อให้ปรากฏเป็นวัตถุในตำแหน่งเดิมเมื่อเทียบกับการบันทึก การเปลี่ยนรูปแบบตำแหน่งและทิศทางของระบบการมองเห็นเป็นไปได้อย่างถูกต้องเหมือนกับว่าวัตถุก็ยังคงเป็นปัจจุบัน จึงทำให้ภาพที่บันทึกปรากฏเป็นสามมิติ โฮโลแกรม 3 มิติ เป็นรูปแบบหนึ่งที่ใช้เป็นเครื่องมือในการสื่อสารระยะไกลระหว่างบุคคลต้นทางและปลายทางที่อยู่ต่างสถานที่กัน สามารถตอบโต้แบบตัวต่อตัว (สิริการต์, 2559)



ภาพที่ 2.3 ตัวอย่างภาพฉายโฮโลแกรม

2.4 การออกแบบตามหลักสุขลักษณะ

European Hygienic Equipment Design Group (EHEDG) เป็นองค์กรหนึ่งในสหภาพยุโรปที่ก่อตั้งขึ้นด้วยวัตถุประสงค์หลักเพื่อสร้างความก้าวหน้าในด้านสุขอนามัยและวิศวกรรมอาหาร EHEDG เป็นผู้กำหนดแนวปฏิบัติ (EHEDG guidelines) ซึ่งกล่าวถึง มาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับเครื่องจักรและอุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิตอาหารอย่างปลอดภัยซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1) วัสดุที่ใช้สัมผัสอาหารโดยตรงต้องไม่ทำปฏิกิริยากับอาหาร รวมทั้งสารทำความสะอาด และสารฆ่าเชื้อโรค วัสดุต้องทนการกัดกร่อน ไม่เป็นพิษกับอาหาร มีความเสถียรเชิงกล และไม่ก่อผลเสียกับอาหารภายใต้สภาวะกระบวนการผลิตนั้นๆ และวัสดุที่ไม่ได้สัมผัสอาหารโดยตรงต้องมีความเสถียรเชิงกล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และง่ายต่อการทำความสะอาด โดยทั่วไปในอุตสาหกรรมอาหารนิยมใช้เหล็กกล้าไร้สนิม เนื่องจากป้องกันการกัดกร่อนได้ดี ทั้งนี้การเลือกคุณภาพของเหล็กกล้าไร้สนิมยังขึ้นอยู่กับสภาวะทำงานนั้น การเลือกใช้พลาสติกและอีลาสโตเมอร์ วัสดุต้องทนสารเคมีที่ใช้ในการทำความสะอาดและต้องไม่ดูดซึมสารเคมี ทนต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิเนื่องจากพลาสติกมีความยืดหยุ่น สามารถหดตัวและขยายตัวได้ ต้องล้างทำความสะอาดง่าย ไม่เป็นที่สะสมของเชื้อจุลินทรีย์ ไม่มีรอยแตก หรือฉีกขาด วัสดุที่ใช้เป็นฉนวนความร้อนไม่ควรเปียกน้ำจากสิ่งแวดล้อมด้านนอก เช่น การควบแน่นบนพื้นผิว ทั้งนี้ฉนวนไม่ควรมีสารประกอบคลอไรด์ เพราะหากน้ำซึมผ่านฉนวนได้ จะทำปฏิกิริยากับเหล็กกล้าไร้สนิมแล้วเกิดการกัดกร่อน (EHEDG,2004)

2) เครื่องจักรอุปกรณ์ที่นำไปใช้ผลิตอาหารต้องบำรุงรักษาง่าย ไม่ก่อให้เกิดปัญหาด้านเชื้อจุลินทรีย์ สามารถล้างทำความสะอาดได้ ไม่ปนเปื้อนกับอาหาร ในกรณีการผลิตแบบปลอดเชื้อต้องผ่านกระบวนการพาสเจอรไรซ์หรือสเตอริไรซ์ก่อนนำไปใช้งาน และต้องมีการควบคุมปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ให้อยู่ในช่วงที่ยอมรับได้ สำหรับการทำความสะอาดและลดการปนเปื้อน ซึ่งความสะอาดเป็นประเด็นที่สำคัญมาก อุปกรณ์ที่ทำความสะอาดยาก อาจมีขั้นตอนที่มากกว่า ใช้สารเคมีที่รุนแรง และใช้เวลาในการทำความสะอาดนานกว่า ซึ่งทำให้มีค่าใช้จ่ายสูงขึ้น อีกทั้งลดประสิทธิภาพในการผลิต และลดอายุการใช้งานของเครื่องจักรและอุปกรณ์ มีของเสียจากการทำความสะอาดมากขึ้น การป้องกันการเข้ามาของจุลินทรีย์ ต้องเป็นไปตามข้อกำหนดมาตรฐาน เพื่อให้อาหารมีอายุการเก็บที่นานขึ้นและปลอดภัยต่อผู้บริโภค การป้องกันการเติบโตของจุลินทรีย์ ที่สภาวะแวดล้อมที่เหมาะสมของการเกิดโรคเชื้อจุลินทีย์จะเติบโตได้ดี ดังนั้นพื้นที่ที่เป็นร่อง ช่องว่าง รอยแตก หรือพื้นที่ที่เข้าไม่ถึงควรหลีกเลี่ยงไม่ให้มี ถึงแม้ว่าการออกแบบจะถูกต้องตามหลักสุขลักษณะ แต่หากนำไปใช้งานแล้วไม่ได้ตามคุณลักษณะก็ถือ ว่าไม่สามารถใช้ประโยชน์ได้ จึงต้องมีการออกแบบให้ครอบคลุมทั้งการออกแบบและการนำไปใช้งานได้ (EHEDG,2004)

3) พื้นผิวของเครื่องจักรอุปกรณ์ต้องสามารถล้างทำความสะอาดได้และต้องไม่เกิดความเป็นพิษกับอาหาร ส่วนที่สัมผัสอาหารต้องทนกับสารในการทำความสะอาดและฆ่าเชื้อโรคได้ในสภาวะใช้งานนั้นๆ และต้องทำจากวัสดุที่ไม่มีการดูดซึมสาร และพื้นผิวต้องมีความขรุขระของผิว (Ra) ≤ 0.8 μm และควรหลีกเลี่ยงจุดเชื่อมต่อที่ไม่ได้เชื่อมของโลหะ เนื่องจากจะมีการสะสมของเชื้อจุลินทรีย์ หลีกเลี่ยงเกลียวของสกรู หรือน๊อต ลักษณะที่เป็นมุมแหลมซึ่งควรมีรัศมีมากกว่า 6 มม. และรัศมีต่ำสุดคือ 3 มม. พื้นผิวของเครื่องจักรอุปกรณ์ต้องสามารถระบายน้ำหรือของเหลวออกไปได้ และควรหลีกเลี่ยงพื้นผิวที่เป็นแนวราบหรือควรทำให้เอียงไปด้านใดด้านหนึ่ง เรื่องของการติดตั้งมีความเสี่ยงคือการควบแน่นของไอน้ำบนเครื่องจักรอุปกรณ์ ดังนั้นควรหลีกเลี่ยง หากหลีกเลี่ยงไม่ได้ ต้องออกแบบทำให้การควบแน่นของไอน้ำไม่มาเกิดที่อาหาร และการติดตั้งต้องไม่ให้เกิดช่องว่างระหว่างพื้น ผนัง หรือเพดาน แต่ถ้าหากมีระยะห่างก็ต้องมากพอที่จะทำความสะอาดได้ (EHEDG,2004)

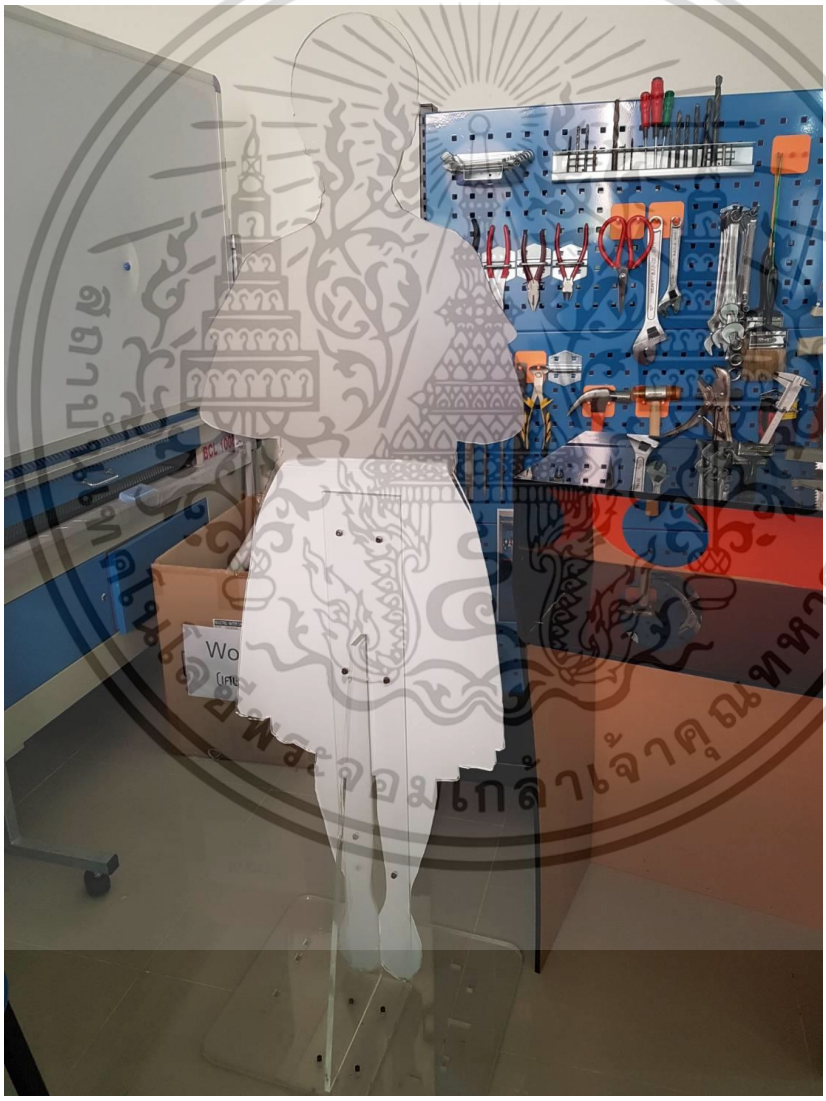
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การพัฒนาชุดสื่อการนำเสนอ

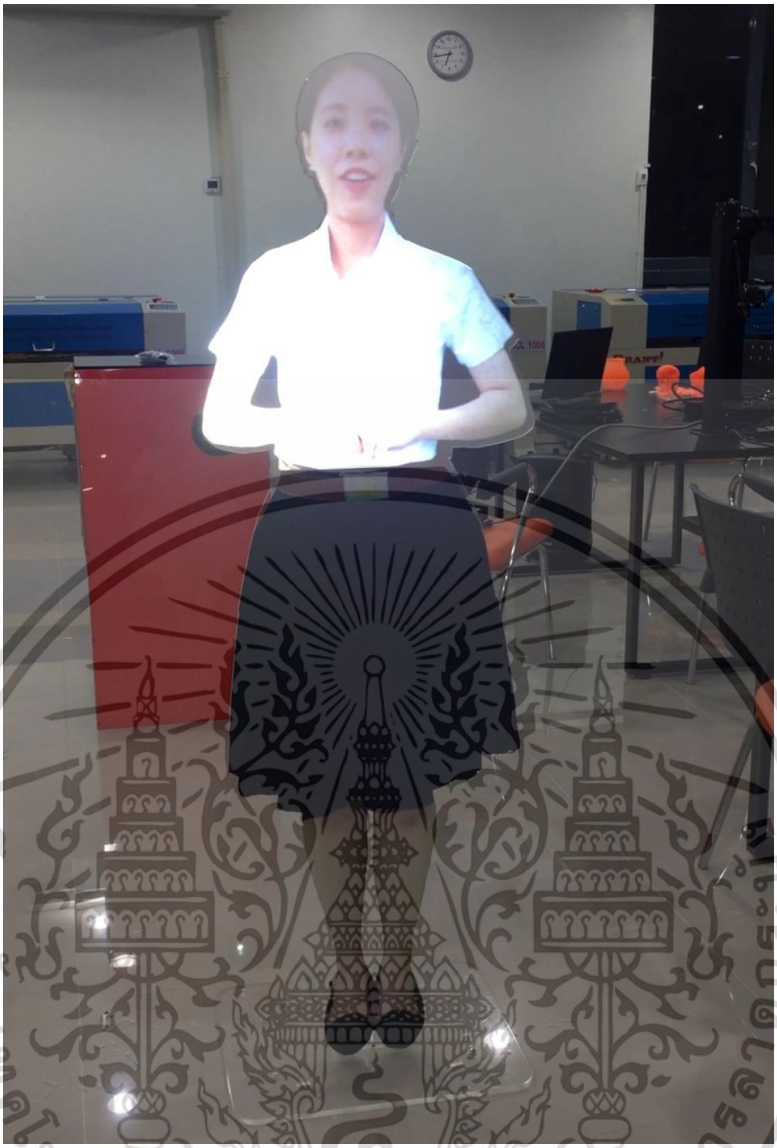
3.1 โฮโลแกรม

3.1.1 โฮโลแกรม

จัดหาผู้แสดงเพื่อใช้เป็นแบบสำหรับหุ่นโฮโลแกรม เตรียมแผ่นอะคริลิคขนาด 160 x 40 เซนติเมตรหนา 10 มิลลิเมตรตัดด้วยเลเซอร์เป็นรูปหุ่นขนาดเท่าคนจริง ติดสติ๊กเกอร์ครึ่งล่างของหุ่น แล้วนำไปประกอบกับฐานเพื่อให้สามารถตั้งได้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

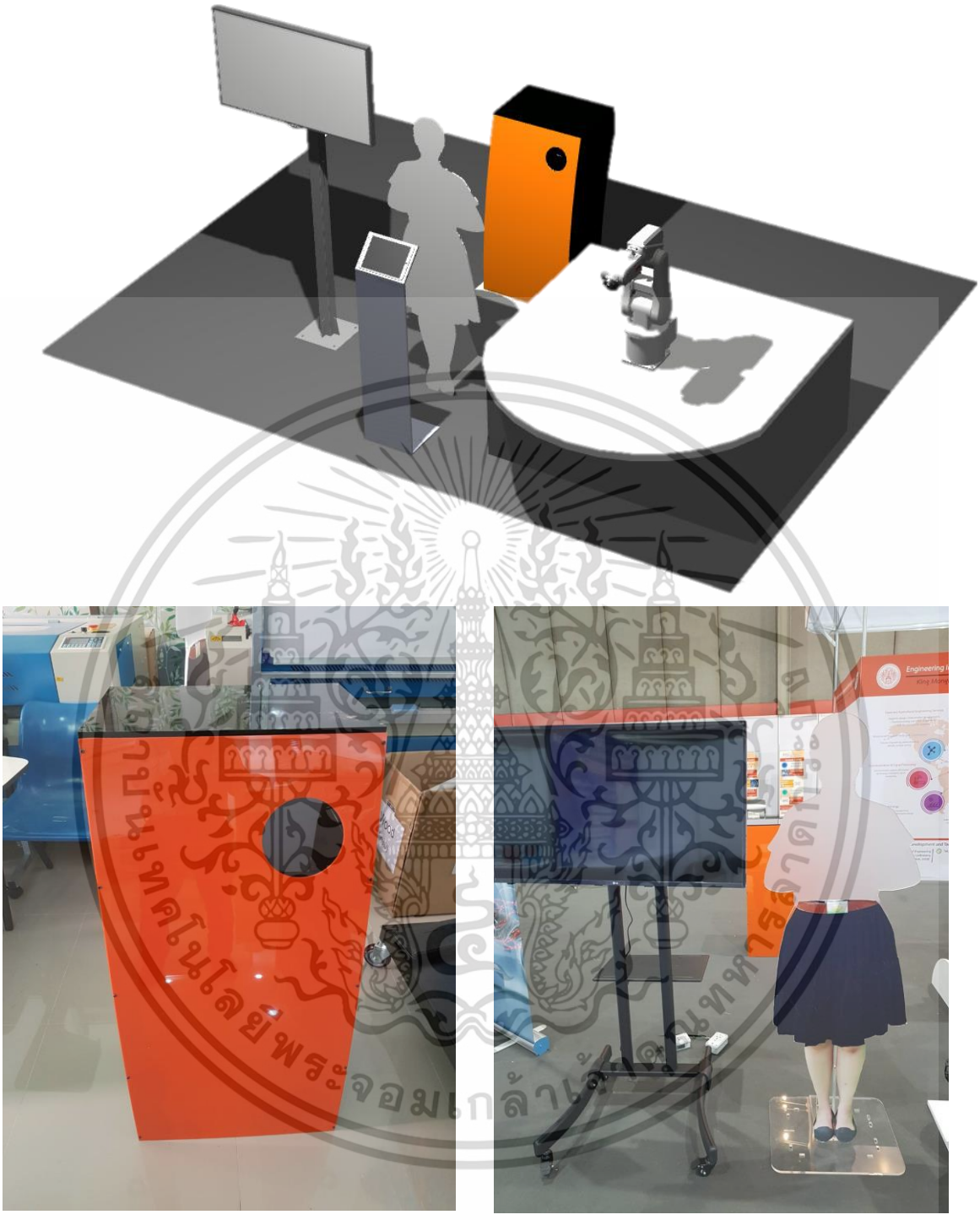


ภาพที่ 3.1 หุ่นโฮโลแกรม

3.1.2 การจัดทำสื่อการนำเสนอหุ่นยนต์ตามหลักสุขลักษณะ

1) การนำความรู้ทางด้านการออกแบบตามหลักสุขลักษณะตามเกณฑ์ของ EHEDG มาประยุกต์ใช้ในมุมมองของหุ่นยนต์นั้นจะประกอบไปด้วยเรื่องของวัสดุที่ใช้กับหุ่นยนต์ ลักษณะที่เหมาะสมของหุ่นยนต์ที่ใช้ในงานแปรรูปอาหาร รวมถึงเรื่องกริปเปอร์ที่เป็นส่วนประกอบส่วนหนึ่งของหุ่นยนต์ เป็นต้น จากนั้นเรียบเรียงข้อมูลเพื่อนำไปทำสื่อการนำเสนอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



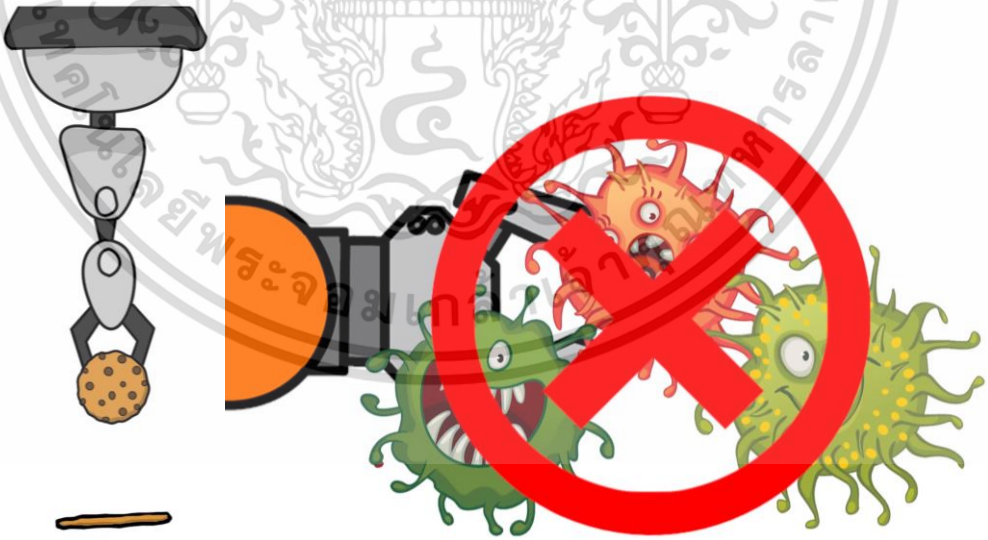
ภาพที่ 3.2 ชุดนำเสนอด้วยโฮโลแกรม

2) การทำสื่อนำเสนอมีสองส่วน คือ วีดีโอส่วนของหุ่นโฮโลแกรม และวีดีโอในหน้าจอแสดงผล เริ่มจากการถ่ายทำวีดีโอที่ใช้ฉายหุ่นโฮโลแกรมโดยจัดเตรียมสถานที่ถ่ายทำวีดีโอซึ่งประกอบไปด้วย ฉากหลังสีเขียว กล้องถ่ายภาพ และเครื่องบันทึกเสียง ให้ผู้แสดงพูดตามบทเนื้อหาหุ่นยนต์ตามหลัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สุขลักษณะที่เรียบเรียงไว้ จากนั้นนำวีโอที่อัดไว้มาทำการตัดต่อเพื่อให้มีความต่อเนื่องตามที่ต้องการ ซึ่งวีดีโอนี้จะใช้สำหรับฉายไปบนตัวโฮโลแกรมโดยใช้เครื่องฉายภาพ และทำวีดีโอที่จะเสนอในหน้าจอแสดงผล ซึ่งเนื้อหาเป็นเนื้อหาเดียวกันกับบทพูด แต่จะเป็นภาพประกอบ เพื่อให้เข้าใจได้ง่ายขึ้น ซึ่งจะดำเนินไปพร้อมกับวีดีโอที่ฉายไปที่หุ่นโฮโลแกรม

ภาพที่ 3.3 การจัดทำวีดีโอสำหรับหุ่นโฮโลแกรม



ภาพที่ 3.4 ภาพวีดีโอในจอแสดงผล

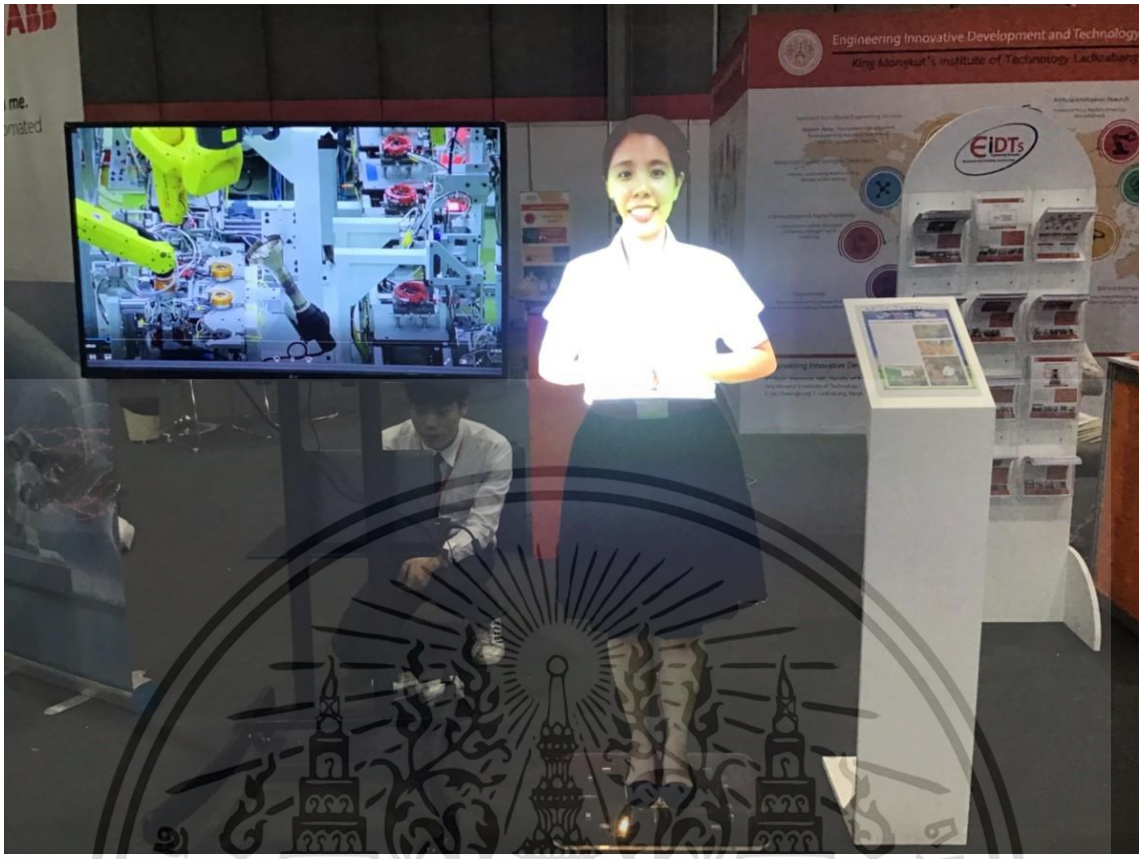
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.3 การสั่งการหุ่นยนต์ด้วยระบบปฏิบัติการหุ่นยนต์ เขียนโปรแกรมหุ่นยนต์ด้วย ABB Robotstudio เพื่อสั่งการหุ่นยนต์ 6 แกนให้เคลื่อนที่ตามการทำงานที่กำหนด เพื่อเป็นกรณีศึกษาให้เห็นภาพจริงของหุ่นยนต์ ซึ่งต้องเข้าอบรมการใช้งานหุ่นยนต์ และการเขียนโปรแกรมระบบปฏิบัติการหุ่นยนต์ Robotstudio อบรมโดยเจ้าหน้าที่จากบริษัทเอบีบี เพื่อนำความรู้มาประยุกต์ใช้กับหุ่นยนต์ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของชุดสื่อการนำเสนอ

ภาพที่ 3.4 การใช้งานหุ่นยนต์

3.1.4 การบูรณาการ ชุดสื่อการนำเสนอ โดยเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมการทำงานระหว่างวีดีโอ โฮโลแกรม และหุ่นยนต์ให้ทำงานอย่างมีความสัมพันธ์กัน โดยมีแผงหน้าจอสัมผัสเป็นสื่อกลาง เสมือนว่าสามารถตอบโต้กับผู้มาชมได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.5 ชุดสื่อการนำเสนอเทคนิคโฮโลแกรม

3.2 การพัฒนาองค์ความรู้หุ่นยนต์ตามหลักสุขลักษณะ

เนื้อหาที่นำไปใช้สำหรับการจัดทำคลิบวีดีโอเพื่อนำเสนอองค์ความรู้ด้านหุ่นยนต์ตามหลักสุขลักษณะ ประกอบด้วย 3 หัวข้อหลัก ดังนี้

1) พื้นที่การสัมผัสอาหารทางตรงและทางอ้อม

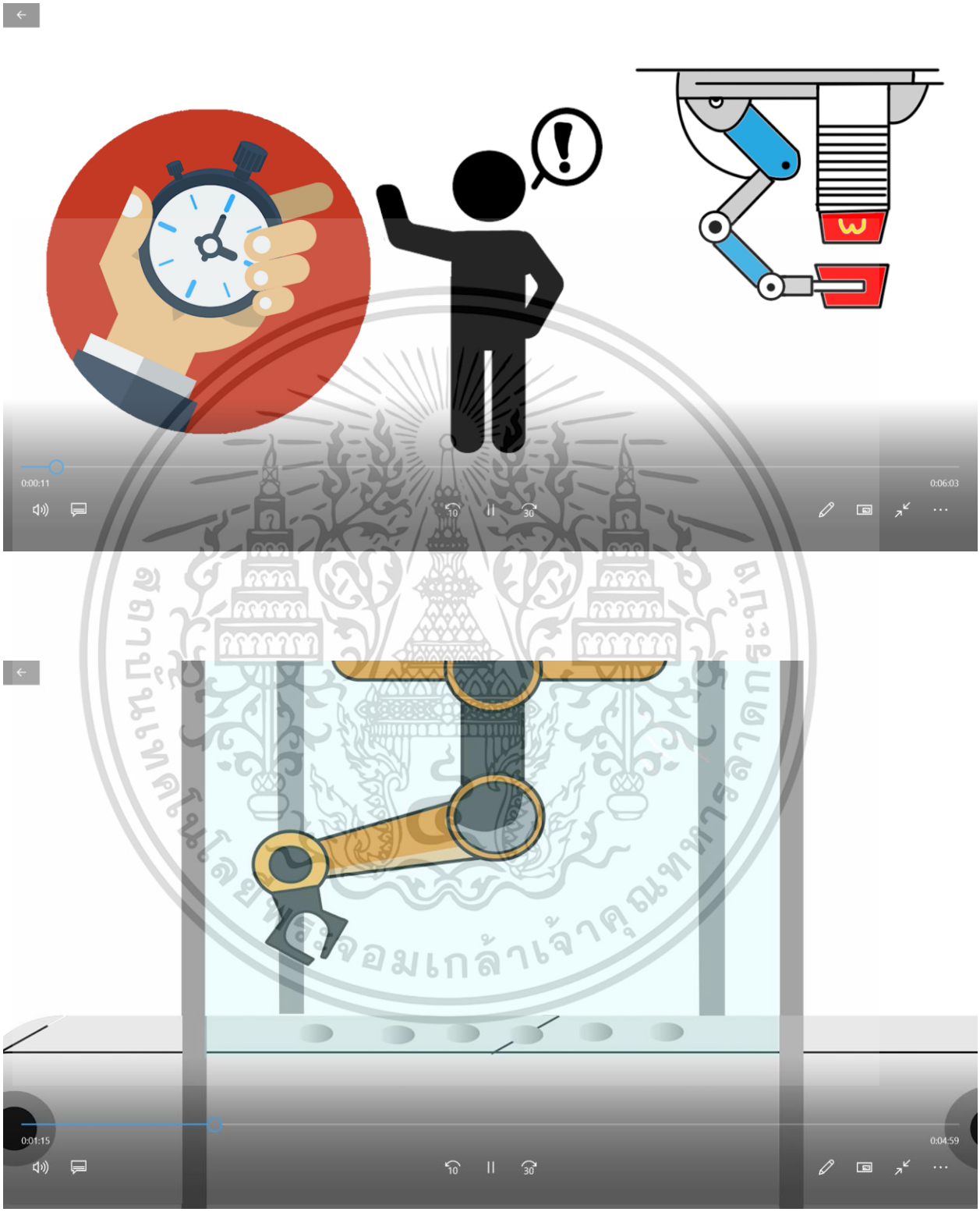
โดยมีวัตถุประสงค์การเรียนรู้ คือ ผู้เรียนมีความเข้าใจ สามารถอธิบายบริเวณที่เป็นการสัมผัสอาหารทางตรงและทางอ้อมได้

2) การออกแบบหุ่นยนต์ตามหลักสุขลักษณะ ประกอบด้วย วัสดุสัมผัสอาหาร ลักษณะพื้นผิวที่สัมผัสอาหาร ระบบลม และมาตรฐานการป้องกันฝุ่นและน้ำสำหรับการทำความสะอาด โดยมีวัตถุประสงค์การเรียนรู้ คือ ผู้เรียนมีความเข้าใจ สามารถประยุกต์ใช้แนวปฏิบัติตามหลักสุขลักษณะกับหุ่นยนต์ในอุตสาหกรรมอาหารได้

3) ตัวอย่างการวิเคราะห์จุดเสี่ยงของหุ่นยนต์ที่ใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร

โดยมีวัตถุประสงค์การเรียนรู้ คือ ผู้เรียนสามารถวิเคราะห์จุดเสี่ยงต่างๆ ของหุ่นยนต์ที่ใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.6 ตัวอย่างภาพในคลิปวีดีโอ

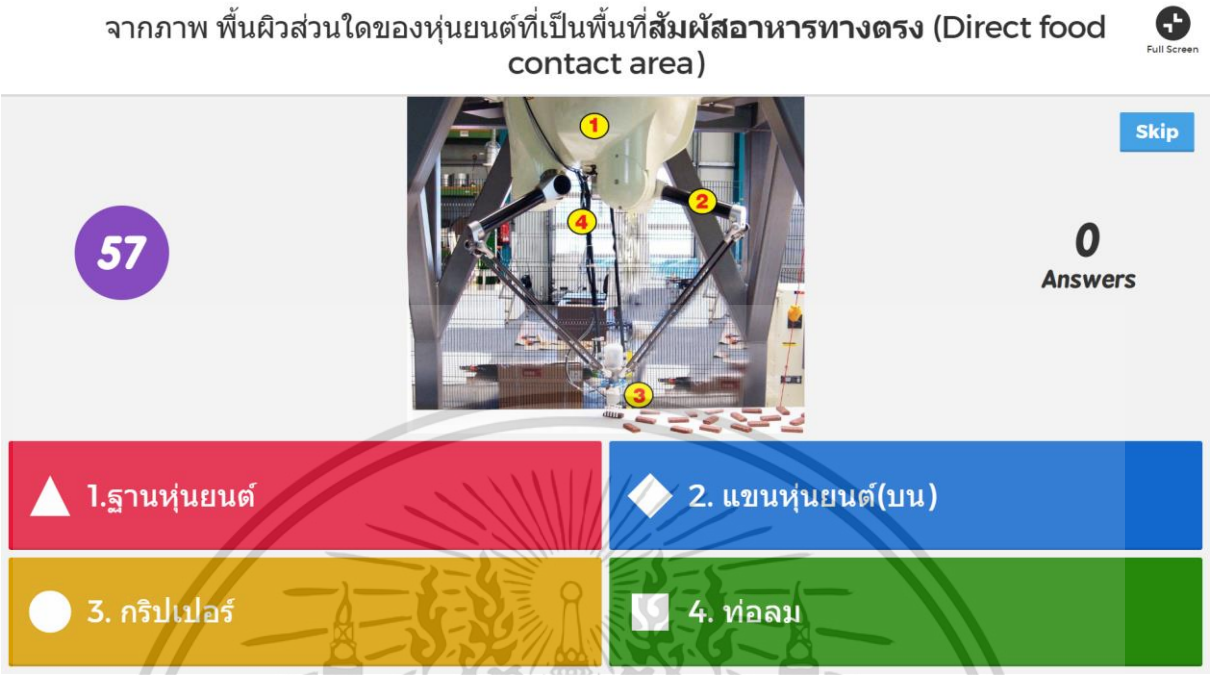
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 การประเมินสื่อการนำเสนอหุ่นยนต์ตามหลักสุขลักษณะ

จัดเตรียมงแบบทดสอบก่อนการนำเสนอสื่อและหลังจากการนำเสนอสื่อ เพื่อวัดว่าสื่อการสอนนั้นมีประสิทธิภาพเท่าใด โดยการทำแบบทดสอบเป็นกลุ่ม ด้วยโปรแกรม Kahoot โดยตั้งคำถามให้สอดคล้องกับสื่อที่นำเสนอจำนวนทั้งหมด 9 ข้อ แบ่งเป็น 3 เรื่อง ได้แก่ การแยกแยะการสัมผัสทางตรงและทางอ้อม วัสดุและลักษณะของหุ่นยนต์ตามหลักสุขลักษณะ และการวิเคราะห์จุดเสี่ยงของหุ่นยนต์ โดยแบ่งกลุ่มเป้าหมายเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มแรกคือผู้ที่มีประสบการณ์การทำงานที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมการแปรรูปอาหาร ได้แก่ QC, QA, วิศวกรควบคุมการผลิต, ฝ่ายจัดซื้อ และฝ่ายขาย และกลุ่มผู้ที่ไม่มีประสบการณ์การทำงานในอุตสาหกรรมแปรรูปอาหาร ให้ทำแบบทดสอบก่อนการชมสื่อการนำเสนอ และแบบทดสอบหลังจากดูสื่อการนำเสนอ

จากนั้น ใช้วิธีทางสถิติเป็นเครื่องมือในการชี้วัดว่าสื่อการนำเสนอหุ่นยนต์ตามหลักสุขลักษณะสามารถให้ความรู้ผู้ชมได้อย่างไร ทำการเทียบคะแนนแบบทดสอบก่อนและหลัง โดยตั้งสมมติฐานว่าคะแนนแบบทดสอบหลังชมสื่อการนำเสนอนั้นมากกว่าคะแนนแบบทดสอบก่อนชมสื่อการนำเสนอ และชี้วัดว่าสื่อการนำเสนอนี้ให้ผลแตกต่างกันอย่างไรกับกลุ่มเป้าหมายสองกลุ่ม ซึ่งกำหนดกลุ่มเป้าหมายสองกลุ่มคือกลุ่มผู้ที่มีประสบการณ์การทำงานที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมการแปรรูปอาหาร และกลุ่มผู้ที่ไม่มีประสบการณ์การทำงานที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมการแปรรูปอาหารกลุ่มละ 36 คน โดยตั้งสมมติฐานว่าผู้ที่มีประสบการณ์การทำงานจะได้คะแนนมากกว่าผู้ที่ไม่มีประสบการณ์การทำงาน จากนั้นนำข้อมูลคะแนนที่ได้ดูการกระจายตัวของข้อมูล และวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย ค่ามัธยฐาน ฐานนิยม ร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และความแปรปรวน และใช้สถิติทีเทสในการเปรียบเทียบกลุ่มตัวอย่างสองกลุ่ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.7 แบบทดสอบที่สร้างด้วยโปรแกรม Kahoot

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการดำเนินงาน

4.1 การจัดแสดงสื่อโฮโลแกรม

การนำสื่อไปจัดตั้งแสดงเบื้องต้นเพื่อสังเกตการตอบสนองพฤติกรรมของคนต่อสื่อนำเสนอโฮโลแกรม ซึ่งรูปที่ 3.6 ยังไม่มีจอแสดงผล โดยจัดตั้งในงาน Open house KMITL 2018 ที่หอประชุมใหญ่ในวันที่ 23 – 25 สิงหาคม พ.ศ. 2561 และมีการนำเสนอผ่านจอแสดงผลควบคู่ไปกับหุ่นโฮโลแกรม โดยจัดตั้งในงาน Engineering Expo 2018 ที่ไบเทคบางนาในวันที่ 11 – 13 ตุลาคมพ.ศ. 2561

ภาพที่ 4.1 การแสดงโฮโลแกรมในงาน Open house KMITL 2018

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 4.2 การแสดงสื่อในงาน Engineering Expo 2018

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 การประเมินสื่อการนำเสนอหุ่นยนต์ตามหลักสุขลักษณะ

จากการสำรวจเพื่อวัดประเมินสื่อการนำเสนอจากกกลุ่มตัวอย่างสองกลุ่ม โดยกลุ่มแรกคือกลุ่มของผู้มีประสบการณ์การทำงานที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมการแปรรูปอาหาร เช่น ฝ่ายผลิต ฝ่ายจัดซื้อ ฝ่ายขาย และฝ่ายควบคุมคุณภาพ เป็นต้น จำนวน 36 คน และกลุ่มของผู้ที่ไม่มีประสบการณ์การทำงานเกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมการแปรรูปอาหารจำนวน 36 คน ดังแสดงในภาพที่ 4.3

ภาพที่ 4.3 การประมินสื่อการนำเสนอด้วยการการทำแบบทดสอบก่อนและหลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อพิจารณาความรู้ที่เพิ่มขึ้นของผู้ที่มีประสบการณ์การทำงานเฉลี่ย 26.1% และในกลุ่มผู้ที่ไม่มีประสบการณ์การทำงานเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 19.2 % ซึ่งมีแนวโน้มไปในทางเดียวกัน สรุปได้ว่าสื่อการนำเสนอสามารถเพิ่มความรู้เรื่องหุ่นยนต์ตามหลักสุขลักษณะได้ โดยเมื่อนำคะแนนทั้งก่อนและหลังการรับชมสื่อการเรียนรู้หุ่นยนต์ตามหลักสุขลักษณะของกลุ่มตัวอย่างไปทดสอบการกระจายตัว พบว่ามีการกระจายตัวแบบปกติ จึงวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติ T-Test ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของคะแนนก่อนและหลังการรับชมสื่อการเรียนรู้ พบว่าคะแนนแบบทดสอบภายหลังการรับชมสื่อการเรียนรู้มีค่ามากกว่าคะแนนแบบทดสอบก่อนชมสื่อการนำเสนออย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลและข้อเสนอแนะ

นวัตกรรมถ่ายทอดองค์ความรู้หุ่นยนต์หลักสุขลักษณะด้วยเทคนิคโฮโลแกรม จัดทำขึ้นเพื่อนำเสนอเนื้อหาหุ่นยนต์ในมุมมองตามหลักสุขลักษณะที่เหมาะสมในการใช้ในอุตสาหกรรมการแปรรูปอาหาร โดยทำการรวบรวมและจัดเรียงข้อมูลที่เกี่ยวข้อง จัดทำหุ่นโฮโลแกรมขึ้นมาเพื่อเป็นสื่อกลางในการนำเสนอ และมีการประเมินความสามารถการให้ความรู้ของสื่อการนำเสนอโดยการประเมินจากแบบทดสอบก่อนและหลังการรับชมสื่อการนำเสนอ โดยแบ่งผู้ประเมินเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มผู้ที่มีประสบการณ์การทำงานที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมการแปรรูปอาหาร จำนวน 36 คนและผู้ที่ไม่มีประสบการณ์การทำงานที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมการแปรรูปอาหารจำนวน 36 คนรวมทั้งหมด 72 คน จากการทดสอบ พบว่า คะแนนแบบทดสอบหลังการรับชมสื่อการนำเสนอมีคะแนนมากกว่าคะแนนแบบทดสอบก่อนการรับชมสื่อการนำเสนออย่างมีนัยสำคัญ และกลุ่มผู้ที่มีประสบการณ์ทำงานจะมีคะแนนแบบทดสอบก่อนและหลังการรับชมสื่อมากกว่าหรือเท่ากับกลุ่มผู้ที่ไม่มีประสบการณ์การทำงาน

จากสื่อการนำเสนอนี้ผู้เรียนสามารถมีปฏิสัมพันธ์กับการเรียนโดยผ่านหน้าจอสัมผัสคอมพิวเตอร์ สามารถเลือกหัวข้อที่สนใจ เพื่อรับชมสื่อการนำเสนอและหลังจากรับชมสื่อการนำ เสนอจบลงได้ และหากยังมีข้อสงสัย ผู้เรียนยังสามารถอ่านเนื้อหาเพิ่มเติมผ่านเมนูหน้าจอคอมพิวเตอร์ได้ด้วย อย่างไรก็ตาม กรณีที่ผู้เรียนยังมีข้อสงสัยเพิ่มตามจากเนื้อหาที่จัดเตรียมไว้ จะไม่สามารถหาคำตอบได้ในทันที จึงควรพัฒนาสื่อการสอนให้สามารถผู้เรียนสามารถมีปฏิสัมพันธ์กับการเรียนได้อย่างสมบูรณ์ ผู้เรียนสามารถถามคำถามและสื่อสามารถตอบคำถามที่อยู่ในกรอบของเนื้อหาที่นำเสนอ ณ ตอนนั้นได้ทันที การประเมินผลการเรียนรู้ผู้เรียนโดยผ่านโปรแกรม Kahoot เพื่อประเมินสื่อการเรียนรู้มีข้อจำกัดในเรื่องของขนาดภาพและแบบฟอร์มของทางโปรแกรมทำให้ผู้เรียนบางส่วนเกิดปัญหาในด้านการมองเห็นและการใช้งาน ควรหาโปรแกรมที่สามารถมีแบบฟอร์มที่ง่ายต่อการใช้งานเพื่อที่จะไม่เป็นปัญหาความผิดพลาดจากทางโปรแกรมเพื่อให้ได้ค่าที่แม่นยำในการวิเคราะห์ประเมินสื่อการสอนได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

เดชฤทธิ์ มณีธรรม. 2549. **คัมภีร์หุ่นยนต์.** กรุงเทพฯ : บริษัท เพชรเกษม พริ้นติ้ง กรุ๊ป จำกัด

บุญธรรม ภัทราจารุกุล. 2556. **หุ่นยนต์อุตสาหกรรม**. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดยูเคชั่น

นวภัทรา หนูนาค. 2555. **การออกแบบระบบผลิตอาหารเหลวพาสเจอไรซ์ตามหลักสุขลักษณะ.** สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

สถาพร ลักษณะเจริญ. 2545. **วิศวกรรมหุ่นยนต์.** กรุงเทพฯ: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี(ไทย-ญี่ปุ่น)

เสถียร ธัญญศรีรัตน์. 2551. **พื้นฐานหุ่นยนต์อุตสาหกรรม.** กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์สถาบันเทคโนโลยีปทุมวัน

ศักดา ประจุศิลปะ. 2543. **สื่อ: โสตทัศนูปกรณ์.** กรุงเทพฯ : ห้างหุ้นส่วนจำกัด ป. สัมพันธ์พาณิชย์

สิริการต์ มีธัญญาการ และณัฐพงษ์ สรรพพิทยา. 2559. “การออกแบบสื่ออินโฟกราฟิกสามมิตินำเสนอด้วยเทคนิค แบบจำลองโฮโลแกรมของพิพิธภัณฑสถานแห่งชาติเชียงใหม่.” 1892-1899 ใน **นเรศวรวิจัยครั้งที่ 12: วิจัย และนวัตกรรมกับการพัฒนาประเทศ.** พิษณุโลก. มหาวิทยาลัยนเรศวร

A. Derrien “Designing hygienic robot for the food (2017) processing line” **EHEDG Yearbook 2017/2018**. pp. 68-72

European Hygienic Engineering & Design Group (EHEDG) 2004. **EHEDG Guideline Document No. 8 Hygienic equipment design criteria**. 2nd Ed. Frankfurt: Germany.

J. Bedkowski, M. Pelka, K. Majek, T. Fitri. 2015. “Open Source robotic 3D mapping framework with ROS – Robot Operating System, PCL – Point Cloud Library and Clound Compare.” 644 - 649. **The 5th International Conference on Electrical Engineering and Informatics 2015.** Bali: Indonesia

M.Keller, G.Baum, M.Schweizer and F.Burger. 2017. “Qualification of a 6-axis robot system for hygienic processes” **EHEDG Yearbook 2017/2018**. 60 - 67

W. Woodall, M. Liebhardt, D. Stonier. 2014. “ ROS Topics: Capabilities [ROS Topics].” **IEEE Robotics&Automation Magazine.** 21(4). 14-15

S. Jiao, P.W.M. Tsang. 2013. “Comparison of binary hologram generation methods: Sampling on the object image scene and error diffusion method on the hologram plane.” **2013 IEEE International Conference of IEEE Region 10 (TENCON 2013).** Xi’an: China

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก สรุปค่าใช้จ่ายการดำเนินงานโครงการวิจัย

บันทึกรายการรับ - จ่ายเงิน สัญญาเลขที่.2561-02-01-013 ตั้งแต่วันที่ 1 ตุลาคม 2560 ถึงวันที่ 30 กันยายน 2561

แหล่งทุน :	เงินรายได้
ชื่อโครงการ :	นวัตกรรมถ่ายทอดองค์ความรู้หุ่นยนต์ตามหลักลักษณะ
ชื่อหัวหน้าโครงการ :	รองศาสตราจารย์ ดร.นวภัทรา หนูนาค

ว/ด/ป	รายการ	เลขที่อ้างอิง	รายการรับ - จ่าย			รายรับ	รายจ่าย						รวม รายจ่าย
			รับ	จ่าย	คงเหลือ	ดอกเบี้ยรับ	งบบุคลากร	งบดำเนินงาน				งบลงทุน	
							ค่าจ้างชั่วคราว	ค่าตอบแทน	ค่าใช้สอย	ค่าวัสดุ	ค่าสาธารณูปโภค	ค่าครุภัณฑ์	
	งบประมาณที่ได้รับการอนุมัติ (ตามแผน)		500,000.00										
	จำนวนเงินที่ได้รับ (งวดที่ 1 = 100%)		500,000.00	525,362.05	(25,362.05)				**220,815.00**	**304,547.05**			525,362.05
	หัก ค่าใช้จ่าย (ครั้งที่ 1)		500,000.00										
	งบประมาณคงเหลือ		0.00										
	รายละเอียดค่าใช้จ่าย												
ครั้งที่ 1													
22-Apr-61	วัสดุอื่น ๆ	ค่าวัสดุ (บิลเงินสด)								285.00			
24-Apr-61	วัสดุอื่น ๆ	ค่าวัสดุ (บิลเงินสด)								2800.00			
31-May-61	วัสดุอะคริลิก	ค่าวัสดุ (HS6105601)								3180.00			
12-Jun-61	วัสดุอะคริลิก	ค่าวัสดุ (HS6106247)								1670.00			
13-Jun-61	วัสดุอะคริลิก	ค่าวัสดุ (PP2808795)								3,905.50			
13-Jun-61	สีอะคริลิก	ค่าวัสดุ (3046)								577.80			
14-Jun-61	วัสดุอะคริลิก	ค่าวัสดุ (PP2808859)								2,321.90			
15-Jun-61	วัสดุอะคริลิก	ค่าวัสดุ (PP2808981)								3,798.50			
18-Jun-61	วัสดุไฟฟ้า	ค่าวัสดุ (130181)								218.00			
3-Jul-61	วัสดุอื่น ๆ	ค่าวัสดุ (VC6107-0008)								374.50			
8-Jul-61	วัสดุอื่น ๆ	ค่าวัสดุ (SK3180770959)								1,810.00			
10-Jul-61	วัสดุอื่น ๆ	ค่าวัสดุ (บิลเงินสด)								4,520.00			
10-Jul-61	วัสดุอื่น ๆ	ค่าวัสดุ (บิลเงินสด)								5,390.00			
15-Jul-61	ค่าถ่ายเอกสาร	ค่าวัสดุ (บิลเงินสด)								1,830.00			
31-Jul-61	สายสัญญาณเคอมพิวเตอร์	ค่าวัสดุ (6107-BR63-01599)								690.00			
1-Aug-61	วัสดุคอมพิวเตอร์	ค่าวัสดุ (61-08-002)								58,422.00			
4-Aug-61	วัสดุอื่น ๆ	ค่าวัสดุ (016108022)								6,326.91			
6-Aug-61	สายสัญญาณ	ค่าวัสดุ (CS6109500692)								145.00			
6-Aug-61	ตัวยึดสลิง ลวดสลิง	ค่าวัสดุ (V6108131)								984.40			
7-Aug-61	เกลียวปล่อย SUS	ค่าวัสดุ (บิลเงินสด)								99.00			
8-Aug-61	วัสดุคอมพิวเตอร์	ค่าวัสดุ (61-08-022)								58,957.00			
8-Aug-61	กระดาษปรู๊ฟ A0	ค่าวัสดุ (บิลเงินสด)								35.00			
9-Aug-61	เครื่องปั๊น	ค่าวัสดุ (095707)								1,190.00			
9-Aug-61	ตัวยึดอะคริลิก	ค่าวัสดุ (PW6108118)								406.60			
15-Aug-61	ค่าจ้างเหมาพัฒนาสื่อถ่ายทอดองค์ความรู้	ค่าใช้สอย							75,000.00				
18-Aug-61	สต็กเกอร์ฝ้า	ค่าวัสดุ (12919)								171.20			
19-Aug-61	กระดาษน้ำตาลห่อของ	ค่าวัสดุ (บิลเงินสด)								60.00			
20-Aug-61	สต็กเกอร์	ค่าวัสดุ (บิลเงินสด)								800.00			
20-Aug-61	วัสดุโลหะ	ค่าวัสดุ (IV9244463)								8560.00			
21-Aug-61	น็อต	ค่าวัสดุ (บิลเงินสด)								54.00			
21-Aug-61	ลวดเชื่อม ใบตัด	ค่าวัสดุ (34412)								3,659.40			
21-Aug-61	วัสดุพลาสติก	ค่าวัสดุ (INV000288)								7,222.50			
22-Aug-61	ค่าจ้างเหมาออกแบบและสร้างชุดสาธิต	ค่าใช้สอย							75,000.00				
23-Aug-61	ค่าจ้างเหมาทดสอบระบบ	ค่าใช้สอย							50,000.00				
24-Aug-61	วัสดุโลหะ	ค่าวัสดุ (IV18-08024)								38,400.00			
27-Aug-61	ฟิลัม	ค่าวัสดุ (บิลเงินสด)								800.00			
27-Aug-61	อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์	ค่าวัสดุ (บิลเงินสด)								3,400.00			
27-Aug-61	วัสดุโลหะ	ค่าวัสดุ (IV9244947)								16,563.60			
29-Aug-61	วัสดุไฟฟ้า	ค่าวัสดุ (85/0071)								3,302.70			
31-Aug-61	กระดาษเทาขาว เทปไส เทปโฟม	ค่าวัสดุ (บิลเงินสด)								271.00			
1-Sep-61	IP-Camera	ค่าวัสดุ (62-610909819)								2,590.00			
4-Sep-61	เทปกาว 2 หน้า	ค่าวัสดุ (บิลเงินสด)								615.00			
5-Sep-61	ค่าวัสดุไฟฟ้า	ค่าวัสดุ (บิลเงินสด)								591.00			
6-Sep-61	ค่าวัสดุไฟฟ้า	ค่าวัสดุ (201800004)								4,005.00			
7-Sep-61	วัสดุอื่น ๆ	ค่าวัสดุ (35680)								417.30			
9-Sep-61	วัสดุอื่น ๆ	ค่าวัสดุ (5533060805)								767.00			
10-Sep-61	การให้คำปรึกษาด้านการออกแบบและขึ้นรูปขึ้นงาน	ค่าใช้สอย							12,500.00				
16-Sep-61	PLA Filament	ค่าวัสดุ (IV1809002)								4,375.00			
24-Sep-61	เพลต	ค่าวัสดุ (IV6109-00135)								406.60			
28 Sep 61	วัสดุอิเล็กทรอนิกส์	ค่าวัสดุ (822/0792)								2,642.58			
28 Sep 61	แผงวงจรรวม	ค่าวัสดุ (INV2018090001)								4,012.50			
05 Oct 61	ชุดข้อต่อ	ค่าวัสดุ (บิลเงินสด)								300.00			
05 Oct 61	เครื่องปลอง	ค่าวัสดุ (บิลเงินสด)								24.00			
05 Oct 61	ประแจเกลียว	ค่าวัสดุ (บิลเงินสด)								170.00			
06 Oct 61	กระดาษกาวรองทาสี	ค่าวัสดุ (550694)								255.00			
06 Oct 61	ดอกสว่านไทเทเนียม	ค่าวัสดุ (บิลเงินสด)								25.00			
06 Oct 61	ดอกสว่านไทเทเนียม	ค่าวัสดุ (บิลเงินสด)								75.00			
9-Oct-61	ค่าออกแบบขึ้นงาน	ค่าใช้สอย							1,355.00				
9-Oct-61	ค่าวัสดุอื่น ๆ	ค่าวัสดุ (13416)								331.70			
10-Oct-61	โปสเตอร์	ค่าวัสดุ (IV610000755)								278.20			
26-Oct-61	วัสดุอื่น ๆ	ค่าวัสดุ (บิลเงินสด)								340.00			
30-Oct-61	ไวนิล	ค่าวัสดุ (บิลเงินสด)								340.00			
30-Oct-61	ประแจเกลียว	ค่าวัสดุ (บิลเงินสด)								170.00			
8-Nov-61	TP links	ค่าวัสดุ (62-611112373)								3,890.00			
24 Nov 61	ขาตั้งไมโครโฟน	ค่าวัสดุ (CS6109501055)								400.00			
28 Nov 61	ชุดคอนเนคเตอร์ไฟแฟลช	ค่าวัสดุ (OCT61000816)								1,550.00			
28 Nov 61	หลอดไฟ & สวิตช์ควบคุมไฟแฟลช	ค่าวัสดุ (OCT61000817)								5,100.01			
29 Nov 61	ค่าออกแบบขึ้นงาน	ค่าใช้สอย							2320.00				
04 Dec 61	แผ่นอะคริลิค	ค่าวัสดุ (V61120195)								2,765.95			
14 Dec 61	แผ่น acrylic	ค่าวัสดุ (V61120774)								5,531.90			
20 Dec 61	หมึกทิมพ์	ค่าวัสดุ (016112102)								2,600.00			
26 Dec 61	ค่าออกแบบขึ้นงาน	ค่าใช้สอย							4,640.00				
05 Feb 62	แผ่น acrylic	ค่าวัสดุ (v62020211)								1,761.22			
05 Feb 62	แผ่นโรวมาร์ค	ค่าวัสดุ (6202001)								6,955.01			
18 Feb 62	สต็กเกอร์ตัดขาย+ กระบอกฉีด	ค่าวัสดุ (130019)								4,149.27			
23 Feb 62	ที่เป่าให้ความร้อนแผ่นสต็กเกอร์	ค่าวัสดุ (931372)								1,251.30			
25 Mar 62	วัสดุสำนักงาน	ค่าวัสดุ (SI1903093025)								2,660.00			
	รวมครั้งที่ 1								**220,815.00**	**304,547.05**			**525,362.05**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติคณะผู้วิจัย

ก. หัวหน้าโครงการ

1. ชื่อ-นามสกุล นางนวภัทรา หนูนาค

Mrs.Navaphattra NUNAK

2. ตำแหน่งปัจจุบัน รองศาสตราจารย์

3. หน่วยงาน/ ภาควิชาวิศวกรรมอาหาร คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถานที่ติดต่อ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เขตลาดกระบัง กทม. 10520

โทรศัพท์ 02-329-8356-8 ต่อ 17 โทรสาร 02-329-8356-8 ต่อ 13

E-mail navaphattra.nu@kmitl.ac.thและ navaphattra@gmail.com

4. ประวัติการศึกษา

คุณวุฒิ	**ปีที่สำเร็จการศึกษา**	**ชื่อสถานศึกษา**
วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต (วิศวกรรมเกษตร)	2542	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร-ลาดกระบัง
วิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต (Post-Harvest and Food Process Engineering)	2545	Asian Institute of Technology (AIT)
ปริญญาดุษฎีบัณฑิต Dr.Nat.Tech (Food Technology)	2549	University of Natural Resources and AppliedLife Sciences, Vienna, Austria (BOKU)

5. สาขาวิชาที่ชำนาญพิเศษ

- Measurement and Instruments in Food Processing
- Heat Transfer and Thermal Processing Unit
- Hygienic Design of Food Processing Equipment
- Food Properties-Mechanical, Optical, Thermal and Textural Properties
- Osmotic Dehydration Process

ตำรา

- นวภัทรา หนูนาคและ ทวีพล ซื่อสัตย์, 2555, การวัดและเครื่องมือวัด ประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร. คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 316 หน้า
- ยุทธพงศ์ ทัพผดุง, ธีระวัฒน์ หนูนาค, ทวีพล ซื่อสัตย์และ นวภัทรา หนูนาค 2555, การใช้เทคโนโลยีกล้องถ่ายภาพความร้อนอย่างมืออาชีพ, วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์, 120 หน้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. ผลงานวิชาการ

International Journals

- Sritham, E., Wachirapunyanont, R., Siriparinyanan, P., Nunak, N. and Suesut, T. (2017). Similarity model for estimating the error of clamp-on ultrasonic flowmeter: Flow in water supply piping system. Engineering Letters, 25(3) pp.239-246.
- **Nunak N**. and Schleining G. (2011).Instrumental Textural Changes in Raw White Shrimp during Iced Storage. Journal of Aquatic Food Product Technology, 20, 4, 350-360
- Pimpen Pornchaloempong Panmanas Sirisomboon and **Navapattra Nunak**. 2011. Mass-Volume-Area properties of frozen Skipjack tuna. International Journal of Food Properties Available online: 12 Feb 2011
- **Nunak N**. and Schleining G. (2006). A rapid blade cutting method for the evaluation of osmotic dehydration of apples and potatoes. Journal of Texture Studies, 37, 1, 80-92
- Jarimopas B., Nunak T., and **Nunak N**. (2005). Electronic device for measuring volume of selected fruit and vegetables. Postharvest Biology and Technology, 35, 25-31

7.1 ผู้อำนวยการแผนงานวิจัย

1) แผนงานวิจัย การวิจัยและพัฒนาระบบการแปรรูปอาหารด้วยกระบวนการออสโมติคแบบอัตโนมัติ
แหล่งทุน สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) (ทุนวิจัยมุ่งเป้า)
ประจำปีงบประมาณ 2552

7.2 หัวหน้าโครงการวิจัย

แหล่งทุนภายนอก

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.)

โครงการวิจัย การศึกษาผลของการนำสารละลายออสโมติคกลับมาใช้ใหม่ที่มีต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์
ทุนวิจัยมุ่งเป้า ประจำปีงบประมาณ 2554

สำนักงานสำนักส่งเสริมและถ่ายทอดเทคโนโลยีสำนักงานปลัดกระทรวงวิทยาศาสตร์

โครงการวิจัย การออกแบบและพัฒนาเครื่องขจัดน้ำออกจากไชโป้วหลังกระบวนการล้าง
ประจำปีงบประมาณ 2552

กองทุนวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยี การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

โครงการวิจัย การวัดค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีอินฟราเรดของวัสดุและอุปกรณ์ในระบบจำหน่ายไฟฟ้าของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค(ผู้ร่วมโครงการวิจัย)
เสร็จสิ้นโครงการวิจัย ปี พ.ศ. 2555

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้