# โครงการออกแบบสถาปัตยกรรมภายใน เสนอแนะ ศูนย์การเรียนรู้ปฏิบัติการหุ่นยนต์และกลไก

# (Interior Architecture Design for Robotic Mechanisms Laboratory and Learning center)

นายฌานสิน กุลยะสอน รหัสนักศึกษา 54020109

MR. CHANSIN KULYASORN CODE 54020109


วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรสถาปัตยกรรมศาสตรบัณฑิต(สถาปัตยกรรมภายใน)

กลุ่มวิชาสถาปัตยกรรมภายใน ภาควิชาสถาปัตยกรรมและการวางแผน

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2558

# วิทยานิพนธ์

# โครงการออกแบบสถาปัตยกรรมภายใน เสนอแนะ โครงการออกแบบสถาปัตยกรรมภายในเสนอแนะ ศูนย์การเรียนรู้ปฏิบัติการหุ่นยนต์และกลไก

(Interior Architecture Design for **Robotic** Mechanisms Laboratory and Learning center)

นาย ฌานสิน กุลยะสอน รหัสนักศึกษา 54020109

MR. CHANSIN KULYASORN CODE 54020109


วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

สถาปัตยกรรมศาสตร์บัณฑิต(สถาปัตยกรรมภายใน)

กลุ่มวิชาสถาปัตยกรรมภายใน ภาควิชาสถาปัตยกรรมและการวางแผน

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2558


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง อนุมัติให้วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตร์ บัณฑิต (สถาปัตยกรรมภายใน)**

.....คณบดี คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ พิเชฐ โสวิทยสกุล)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

| | |
|---|---|
| ผู้ช่วยศาสตราจารย์ พิเชฐ โสวิทยสกุล | ประธานกรรมการ |
| ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นพปฎล สุวัจนานนท์ | กรรมการ |
| ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิรชฎา บัวศรี | กรรมการ |
| ดร. พิยะรัตน์ นันทะ | กรรมการ |
| ดร. นิจสิรี แววชาญ | กรรมการ |

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นพปฎล สุวัจนานนท์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## หัวเรื่องวิทยานิพนธ์

**ชื่อ** นาย ฌานสิน กุลยะสอน
Mister Chansin Kulyasorn
**รหัส** 54020109
**สาขาวิชา** สถาปัตยกรรมภายใน
**คณะ** สถาปัตยกรรมศาสตร์
**ที่อยู่** 7/94 แฟลตการเคหะคลองจั่น แขวงคลองจั่น เขตบางกะปิ
กรุงเทพมหานคร 10240
**โทรศัพท์** 085 – 363 – 3300
**E-Mail** uoasystem@hotmail.com
**อาจารย์ที่ปรึกษา** ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นพปฎล สุวัจนานนท์
**หัวข้อวิทยานิพนธ์** โครงการออกแบบสถาปัตยกรรมภายในเสนอแนะศูนย์การเรียนรู้และทดลองหุ่นยนต์และกลไก
(ROMELA LEARNING CENTER)
**ประเภทโครงการ** โครงการเสนอแนะ

## บทคัดย่อ

หุ่นยนต์คือเครื่องจักรกลชนิดหนึ่ง มีลักษณะโครงสร้างและรูปร่างแตกต่างกัน หุ่นยนต์ในแต่ละประเภทจะมีหน้าที่การทำงานในด้านต่าง ๆ ตามการควบคุมโดยตรงของมนุษย์ หุ่นยนต์ถูกสร้างขึ้นเพื่อสำหรับงานที่มีความยากลำบาก

ปัจจุบันความก้าวหน้าทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ทำให้มีการพัฒนาคิดค้นสิ่งอำนวยความสะดวกสบายต่อการดำรงชีวิตและต่อด้านอุตสาหกรรมจากหุ่นยนต์มากมาย แนวโน้มอุตสาหกรรมกับหุ่นยนต์มีมากขึ้น เพื่อรองรับกับค่าแรงที่เพิ่ม และแรงงานหายากมากขึ้น “อุตสาหกรรมหุ่นยนต์ไทยเกิดได้(จริงหรือ)?”

ประเทศไทยยังมีสถานที่ส่งเสริม พัฒนา วิจัย และค้นคว้าเทคโนโลยี อยู่ไม่มาก และเหตุผลต่างๆ ทำให้ความก้าวหน้าทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยียังน้อย ต้องการสถานที่พัฒนาและวิจัยศูนย์การเรียนรู้ ศูนย์การเรียนรู้หุ่นยนต์และกลไก จึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการที่จะช่วยพัฒนาและต่อยอดองค์ความรู้เพื่อผลในอนาคต หากเราจะมุ่งพัฒนาประเทศสู่ ‘เศรษฐกิจฐานความรู้ “เด็ก, เยาวชนและนักศึกษา” จะกลายเป็น key word ที่สำคัญที่สุด จึงเกิดโครงการนี้ขึ้น เพื่อเป็นศูนย์ส่งเสริม ค้นคว้า และพัฒนา เทคโนโลยีหุ่นยนต์ในไทยให้กว้างไกลมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# คำนำ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร ปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตร์บัณฑิต (สถาปัตยกรรมภายใน) ภาควิชาสถาปัตยกรรมภายใน คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ปีการศึกษา 2558-2559 เพื่อเป็นข้อมูลเกี่ยวกับโครงการออกแบบภายในเสนอแนะศูนย์ส่งเสริมความสัมพันธ์ในครอบครัว

การศึกษาและเสนอแนะโครงการนี้ จุดประสงค์เพื่อนำเสนอแนวทางในการพัฒนาเกี่ยวกับเรื่องหุ่นยนต์ของไทยให้เกิดการกระตุ้นและพัฒนา ต่อยอดโครงการหุ่นยนต์ของไทยให้ก้าวไกลทัดเทียมนานาประเทศ และยกระดับคุณภาพของทั้งชีวิตคนทั่วไป เป็นที่ค้นคว้าและวิจัยของนักวิจัยไทย ผู้ประกอบการก็สามารถหาหุ่นยนต์ที่เหมาะสมไปใช้ในกิจการของตนเองได้ แถมยังยกระดับให้สู่ระดับสากล

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ใช้เวลาในการจัดทำต่อเนื่องตั้งแต่ ปีการศึกษา 2558-2559 ข้อมูลที่ศึกษาและเก็บรวบรวมมาจึงเป็นข้อมูลที่ใช้อยู่ในช่วงปัจจุบัน ซึ่งภายหลังอาจจะมีข้อมูลบางอย่างได้รับการปรับปรุงและแก้ไขหลังจากที่ได้ทำการศึกษาและเก็บรวบรวมไปแล้ว ดังนั้นทางผู้จัดทำจึงขออภัยมา ณ ที่นี้ด้วย และข้าพเจ้าหวังเป็นอย่างยิ่งว่าวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สามารถทำประโยชน์ให้กับการศึกษาด้านนี้ต่อไป

นายณานสิน กุลยะสอน

ผู้จัดทำวิทยานิพนธ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จไปด้วยดีจากความช่วยเหลือของหลายคนไม่สามารถสำเร็จได้ด้วยตัวคนเดียว ต้องขอบคุณพ่อและแม่ ญาติพี่น้องที่คอยสนับสนุน

ขอบคุณ ผศ.นพปฎล สุวัจนานนท์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และอาจารย์ที่ปรึกษาในกลุ่มตรวจทุกๆท่านเลยครับ ที่คอยแนะนำให้คำปรึกษา ทำให้ความตั้งใจของผมเป็นจริงขึ้นมาได้ ขอบคุณมากๆครับ อ.โต๊ะ อ.ดาว อ.น้อย อ.แต้ว อาจารย์ตรวจจูรี่ทุกท่านด้วยครับ

ขอบคุณ ผอ.กองแผนงานมหาวิทยาลัยธรรมสาสตร์ศูนย์รังสิต ที่เอื้อเฟื้อในการขอข้อมูลมาใช้ในการทำวิทยานิพนธ์

ขอบคุณสายรหัส 15 24 77 ทุกคนเลย ดีใจมากที่อยู่สายรหัสนี้พี่ๆน้องๆ ไม่ได้สายรหัสนี้ ไม่จบห้าปีแน่นอนขอบคุณ เพื่อนๆชาวบูท อยู่ทำงานกับเพื่อนสนุกสุดๆ เป็นที่ปรึกษาที่ผ่อนคลาย มีความสุขมากๆที่ได้ผ่านช่วงเวลานี้ไปด้วยกัน

ขอบคุณ น้องปู ที่คอยย้ำนู่นนี่นั่น เตือนสติได้ดีมาก สุดๆในเวลาที่สับสน

ขอบคุณตัวเองที่อดทน มาจนถึงทุกวันนี้ ก้าวต่อไปจะทำให้ดีกว่านี้ รวมถึงอีกหลายๆคนที่อาจไม่ได้กล่าวถึงขอบคุณมากครับ

ฌานสิน กุลยะสอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ ก

คำนำ ข

กิตติกรรมประกาศ ค

สารบัญตาราง ง

สารบัญภาพ ง

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ความเป็นมาของโครงการ 1

1.2 เหตุผลในการเลือกโครงการเสนอแนะ 2

1.3 วัตถุประสงค์ของโครงการ 3

1.4 กลุ่มเป้าหมาย 3

1.5 ภาพลักษณ์โครงการ 4

1.6 การเลือกที่ตั้งของโครงการ 4

1.6.1 ลักษณะพึงประสงค์ของที่ตั้ง 4

1.6.2 การวิเคราะห์ที่ตั้งของโครงการ 5

1.6.3 สภาพแวดล้อมของที่ตั้งโครงการ 6

1.7 ลักษณะของอาคาร 7

1.7.1 ลักษณะพึงประสงค์ของอาคาร 7

1.7.2 การวิเคราะห์ของอาคาร 7

1.7.3 สภาพแวดล้อมของอาคาร 8

1.8 องค์ประกอบโครงการ 9

1.9 ขอบเขตของโครงการ 11

1.10 ผลที่คาดว่าจะได้รับ 13

บทที่ 2 ข้อมูลทั่วไป และข้อมูลสนับสนุนโครงการ 14

2.1 ข้อมูลพื้นฐานของโครงการ 14

2.1.1 ข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับศูนย์การเรียนรู้ 14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญ(ต่อ)

หน้า


2.1.1.1 ประเภทของศูนย์การเรียนรู้ 15

2.1.2 ข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับนิทรรศการ 16

2.1.2.1 ประเภทของนิทรรศการ 17

2.1.3 ข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับห้องปฏิบัติการค้นคว้าและวิจัย 26

2.1.4 ข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับห้องอาหารและระบบบริการ 28

2.2 ข้อมูลเฉพาะของโครงการ 29

2.2.1 ประวัติความเป็นมาของหุ่นยนต์ 29

2.2.2 robotic learning 49

2.2.3 เอกลักษณ์ของโครงการ 52

2.2.4 องค์ประกอบของโครงการ 60

2.2.5 สายการบริหารและอัตรากำลัง 62

2.3 กรณีศึกษาเปรียบเทียบ 63

2.3.1 กรณีศึกษาการจัดแสดงนิทรรศการ 63

2.3.2 กรณีศึกษาสนามประลองหุ่นยนต์(ROBOT ARENA) 66

2.3.3 กรณีศึกษาห้องปฏิบัติการวิทยาการหุ่นยนต์ 67

2.4 ระบบสภาพแวดล้อมภายในอาคาร และวัสดุในการตกแต่งภายใน 70

2.4.1 ลักษณะทางสถาปัตยกรรม 70

2.4.2 ระบบโครงสร้างอาคาร 70

2.4.3 ระบบสภาพแวดล้อมภายในอาคาร 72

2.4.3.1 ระบบแสงสว่างไฟฟ้าและฝ้า 72

2.4.3.2 วัสดุในการตกแต่งภายใน 73

บทที่ 3 กลุ่มเป้าหมาย พฤติกรรม และพื้นที่ที่ต้องการ 74

3.1 ลักษณะกลุ่มเป้าหมายของโครงการ 74

3.2 พฤติกรรมของผู้รับบริการ 75

3.2.1 ผู้เข้าใช้ห้องสืบค้นเทคโนโลยี 75

3.2.2 ผู้เข้าชมนิทรรศการ 75


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญ(ต่อ)

หน้า


3.2.3 ผู้มารับประทานอาหาร 76

3.2.4 ผู้เข้าชมการประลองหุ่นยนต์/ลานนวัตกรรม 76

3.2.5 ผู้เข้าประชุมและซื้อขายหุ่นยนต์ 77

3.2.6 ผู้เข้ามาพักผ่อน ทำกิจกรรมกับครอบครัว 78

3.3 พฤติกรรมของผู้ให้บริการ 78

3.3.1 ฝ่ายค้นคว้าและวิจัย 78

3.3.2 ฝ่ายพัฒนาและออกแบบนิทรรศการ 78

3.3.3 ฝ่ายบริหาร 79

3.3.4 ฝ่ายทะเบียน 79

3.3.5 ฝ่ายประชาสัมพันธ์ 80

3.3.6 ฝ่ายบริการ 80

3.4 พื้นที่ที่ต้องการ 81

3.4.1 นิทรรศการ 81

3.4.2 ลานกิจกรรม/ลานประลองหุ่นยนต์ 81

3.4.3 ห้องสืบค้นเทคโนโลยีและห้องสมุดหุ่นยนต์ 82

3.4.4 ห้องค้นคว้าและวิจัยหุ่นยนต์ 82

3.4.5 ห้องประชุมซื้อขาย 83

3.4.6 โรงอาหาร 83

บทที่ 4 การวิเคราะห์ข้อมูล และแนวความคิดในการออกแบบ 84

4.1 การวิเคราะห์ข้อมูล 84

4.1.1 การวิเคราะห์ที่ตั้ง และอาคาร 84

4.1.2 การวิเคราะห์ค่าความสัมพันธ์ของพื้นที่(matrix & bubble diagram) 86

4.1.3 การติดต่อสัมพันธ์ของพื้นที่(functional diagram) 90

4.1.4 แผนภาพการใช้งาน (story board) 91

4.1.5 การวิเคราะห์กลุ่มพื้นที่สัมพันธ์(zoning) 93

4.2 แนวความคิดในการออกแบบ 94


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญ(ต่อ)

หน้า

4.2.1 แนวความคิดในการออกแบบ 94

4.2.2 ธีม หรือ Mood Board 95

บทที่ 5 ผลงานการออกแบบสถาปัตยกรรมภายใน 96

5.1 ผังบริเวณของโครงการ 96

5.2 ผังเฟอร์นิเจอร์ของอาคารโครงการ 96

5.3 ผังไฟฟ้าและเพดานของอาคารโครงการ 99

5.4 รูปตัดของอาคารโครงการ 102

5.5 ภาพทัศนียภาพภายในโครงการ 103

บรรณานุกรม 115

## สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 กลุ่มเป้าหมาย 3

ตารางที่ 2 องค์ประกอบของโครงการ 9

ตารางที่ 3 ขอบเขตของโครงการ 11

ตารางที่ 4 องค์ประกอบของโครงการ 60

ตารางที่ 5 ลักษณะกลุ่มเป้าหมายของโครงการ 74

## สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 1.1 มูลค่าการนำเข้าหุ่นยนต์สำหรับใช้งานในอุตสาหกรรมไทย 2

ภาพที่ 1.2-1.8 สภาพแวดล้อมของที่ตั้งโครงการ 6

ภาพที่ 1.9-1.16 สภาพแวดล้อมของอาคาร 8

ภาพที่ 2.1-2.3 เส้นทางการเดินในนิทรรศการ 23

ภาพที่ 2.4-2.6 การจัดกลุ่มห้องแสดง 24

ภาพที่ 2.7 หุ่นยนต์เคลื่อนที่ตัวแรกด้วยเซนเซอร์ 32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 2.8 รูปโครงสร้าง 37
ภาพที่ 2.9 รูปเพลา 38
ภาพที่ 2.10 รูปเฟือง 38
ภาพที่ 2.11 รูปสกรูส่งกำลัง 39
ภาพที่ 2.12 รูปสายพาน 39
ภาพที่ 2.13 รูปโซ่ 40
ภาพที่ 2.14 รูปข้อต่อ 40
ภาพที่ 2.15 รูปสปริง 41
ภาพที่ 2.16 รูปข้อต่อสวมเพลา 41
ภาพที่ 2.17 รูปคลัตช์ 42
ภาพที่ 2.18 รูปเบรก 42
ภาพที่ 2.19 รูปตลับลูกปืนและปลอกสวม 43
ภาพที่ 2.20 รูปมอเตอร์ 43
ภาพที่ 2.21 รูปวงจรมอเตอร์แบบลำดับ 44
ภาพที่ 2.22 รูปเซอร์โวมอเตอร์ 44
ภาพที่ 2.23 รูประบบนิวเมตริกส์ 45
ภาพที่ 2.24 รูประบบไฮดรอลิกส์ 45
ภาพที่ 2.25 รูปแผงอิเล็กทรอนิกส์ 46
ภาพที่ 2.26 รูปอุปกรณ์เซ็นเซอร์ 46
ภาพที่ 2.27 รูประบบเอนโคดเดอร์ 47
ภาพที่ 2.28 รูประบบแผงติดไมโครคอนโทรลเลอร์ 48
**ภาพที่ 2.29** รูป Lego mindstorms 50
**ภาพที่ 2.30** โปรแกรม Lego Mindstorms Education NXT 51
ภาพที่ 2.31 ภาพรวมของระบบบ่งชี้อัตโนมัติแบบต่างๆ ที่มีใช้งานอยู่ในปัจจุบัน 53
ภาพที่ 2.32 เปรียบเทียบข้อแตกต่างของเทคโนโลยีบ่งชี้อัตโนมัติแบบต่างๆ 54
ภาพที่ 2.33 โครงสร้างทั่วไปของระบบ RFID 55

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 2.34 ตัวอย่างป้าย RFID แบบต่างๆ 57
ภาพที่ 2.35 ตัวอย่างเครื่องอ่าน RFID แบบต่างๆ 58
ภาพที่ 2.36 ตัวอย่างการนำระบบ RFID ไปประยุกต์ใช้งานในด้านต่างๆ 58
ภาพที่ 2.37-2.38 กรณีศึกษาพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์ 63
ภาพที่ 2.39-2.41 กรณีศึกษา National Museum of Emerging Science 64
ภาพที่ 2.42-2.44 กรณีศึกษา BATTLEBOTS 66
ภาพที่ 2.45-2.46 กรณีศึกษา ABU ROBOCON CONTEST 67
ภาพที่ 2.47 ห้องปฏิบัติการณ์ของคณะวิศวกรรมศาสตร์ 68
ภาพที่ 2.48-2.52 โครงสร้างพื้นและคานเดิม 70
ภาพที่ 2.53-2.57 ระบบไฟฟ้าและเพดานเดิม 72
ภาพที่ 2.58 รายการประกอบแบบวัสดุตกแต่งภายใน 73
ภาพที่ 3.1 พฤติกรรมการใช้ห้องสืบค้น 75
ภาพที่ 3.2 พฤติกรรมการเข้าชมนิทรรศการ 75
ภาพที่ 3.3 พฤติกรรมการรับประทานอาหาร 76
ภาพที่ 3.4 พฤติกรรมเข้าชมประลองหุ่น 76
ภาพที่ 3.5 พฤติกรรมการชมงานอีเว้นท์ 76
ภาพที่ 3.6 พฤติกรรมการใช้ห้องประชุม 77
ภาพที่ 3.7 พฤติกรรมขอผู้เข้ามาพักผ่อน 78
ภาพที่ 3.8 พื้นที่ที่ตองการของนิทรรศการ 81
ภาพที่ 3.9 พื้นที่ที่ต้องการของลานประลอง 81
ภาพที่ 3.10 พื้นที่ที่ต้องการของห้องสืบค้น 82
ภาพที่ 3.11 พื้นที่ที่ต้องการของห้องปฏิบัติการ 82
ภาพที่ 3.12 พื้นที่ที่ต้องการของห้องประชุม 83
ภาพที่ 3.13 พื้นที่ที่ต้องการของร้านอาหาร 83
ภาพที่ 4.1 การวิเคราะห์ที่ตั้งและอาคาร 84
ภาพที่ 4.2 การวิเคราะห์ตัวอาคาร 85

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 4.3 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของพื้นที่ต่างๆ 86
ภาพที่ 4.4 ขนาดของพื้นที่ต่างๆ 90
ภาพที่ 4.5 แผนภาพการใช้งาน 91
ภาพที่ 4.6 ภาพวิเคราะห์กลุ่มพื้นที่สัมพันธ์ 93
ภาพที่ 4.7 ภาพแนวความคิดการออกแบบ 94
ภาพที่ 4.8 ภาพmoodboard 95
ภาพที่ 5.1 reception G floor 103
ภาพที่ 5.2 cafetaria G floor 104
ภาพที่ 5.3 reception& temporary exhibit 2 floor 105
ภาพที่ 5.4 tech library 2 floor 106
ภาพที่ 5.5 tech self learning 2 floor 107
ภาพที่ 5.6 exhibition room 1-2 3 floor 108
ภาพที่ 5.7 exhibition room 3 3 floor 109
ภาพที่ 5.8 exhibition room 4 3 floor 110
ภาพที่ 5.9 exhibition room 5-6 souvenir 3 floor 111
ภาพที่ 5.10 lecture class 3 floor 112
ภาพที่ 5.11 laboratory & program 4 floor 113
ภาพที่ 5.12 multifunction & innovation 5 floor 114

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 1

# บทนำ

## 1.1 ความเป็นมาของโครงการ

หุ่นยนต์คือเครื่องจักรกลชนิดหนึ่ง มีลักษณะโครงสร้างและรูปร่างแตกต่างกัน หุ่นยนต์ในแต่ละประเภทจะมีหน้าที่การทำงานในด้านต่าง ๆ ตามการควบคุมโดยตรงของมนุษย์ การควบคุมระบบต่าง ๆ ในการสั่งงานระหว่างหุ่นยนต์และมนุษย์ สามารถทำได้โดยทางอ้อมและอัตโนมัติ โดยทั่วไปหุ่นยนต์ถูกสร้างขึ้นเพื่อสำหรับงานที่มีความยากลำบาก

ปัจจุบันความก้าวหน้าทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ทำให้มีการพัฒนาคิดค้นสิ่งอำนวยความสะดวกสบายต่อการดำรงชีวิตและต่อด้านอุตสาหกรรมจากหุ่นยนต์มากมาย และเนื่องจากค่าแรงในปัจจุบันแพงขึ้นเรื่อยๆ จะเป็นตัวเร่งที่สำคัญให้แนวโน้มอุตสาหกรรมกับหุ่นยนต์มีมากขึ้น เพื่อรองรับกับค่าแรงที่เพิ่ม และแรงงานหายากมากขึ้น

“อุตสาหกรรมหุ่นยนต์ไทยเกิดได้(จริงหรือ)?”

หลายๆคนรวมทั้งผมเองก็เคยสงสัยว่า ทำไมนักเรียน นักศึกษาของไทย ได้ไปประกวดแข่งขันหุ่นยนต์ในต่างประเทศได้แชมป์มาแล้วก็หลายครั้ง แต่ทำไมจึงนำมาต่อยอดไปใช้ในเชิงพาณิชย์ไม่ได้สักที เพราะเราขาด research & develop จึงทำให้อุตสาหกรรมหุ่นยนต์ไทยยังเกิดไม่ได้ในเชิงพาณิชย์อย่างกว้างขวาง

ประเทศไทยยังมีสถานที่ส่งเสริม พัฒนา วิจัย และค้นคว้าเทคโนโลยี อยู่ไม่มาก และเหตุผลต่างๆ ทำให้ความก้าวหน้าทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยียังน้อย ต้องการสถานที่พัฒนาและวิจัยศูนย์การเรียนรู้ ศูนย์การเรียนรู้หุ่นยนต์และกลไก จึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการที่จะช่วยพัฒนาและต่อยอดองค์ความรู้เพื่อผลในอนาคต ที่ทำให้ประเทศของเราเจริญรุ่งเรืองอย่างยั่งยืน หากเราจะมุ่งพัฒนาประเทศสู่ ‘เศรษฐกิจฐานความรู้ “เด็ก,เยาวชนและนักศึกษา” จะกลายเป็น key word ที่สำคัญที่สุด จึงเกิดโครงการนี้ขึ้น เพื่อเป็นศูนย์ส่งเสริม ค้นคว้า และพัฒนา เทคโนโลยีหุนยนต์ในไทยให้กว้างไกลมากขึ้น

สถานที่ตั้งของโครงการนั้นจึงต้องการหน่วยงานที่มีความรู้ความสามารถและสามารถพัฒนาต่อยอดโครงการนี้และมีอาคารและเนื้อที่เอื้ออำนวย จึงเลือกมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ศูนย์รังสิตเป็นที่ตั้งของ

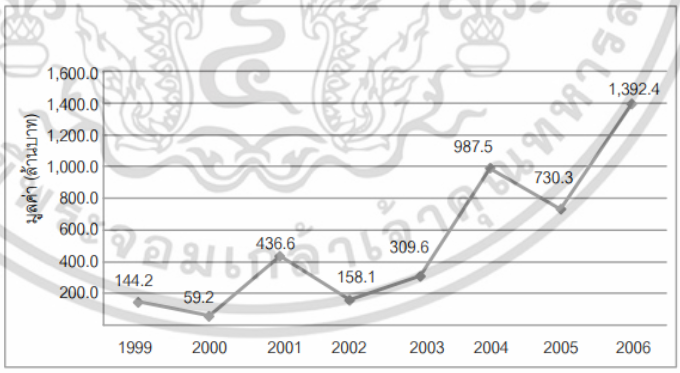
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงการ สืบเนื่องจากเทคโนโลยีหุ่นยนต์เกี่ยวข้องกับคณะวิศวกรรมศาสตร์และคณะวิศวกรรมศาสตร์ของธรรมศาสตร์มีความรู้ความสามารถจากผลงานด้านวิศวกรรมสิ่งประดิษฐ์อยู่มาก จึงให้หน่วยงานหลักที่ดูแล เป็นของมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์และคณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิศวกรรมเครื่องกล เป็นผู้ดูแลและพัฒนาต่อไป

## 1.2 เหตุผลในการเลือกโครงการเสนอแนะ

ศาสตราจารย์ ดร.ยงยุทธ ยุทธวงศ์ เปิดเผยว่า เมื่อวันที่ 15 มกราคม 2551 ที่ประชุมคณะรัฐมนตรีให้ความเห็นชอบเรื่องยุทธศาสตร์การพัฒนาหุ่นยนต์และ ระบบอัตโนมัติ สำหรับระยะเวลา 5 ปี (2551-2555) ซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่นับวันจะทวีบทบาทและความสำคัญมากขึ้นทั่ว โลก และประเทศไทยมีบุคลากร และเยาวชนที่มีศักยภาพสูงอยู่จำนวนมาก จึงควรส่งเสริมให้มีการพัฒนาศักยภาพงานวิจัยพัฒนาในด้านดังกล่าวให้เหมาะสม กับความต้องการของประเทศ ในภาคการผลิตและบริการต่างๆ อาทิ หุ่นยนต์อุตสาหกรรม หุ่นยนต์ใช้ในการทหาร หุ่นยนต์ใช้ในการแพทย์ หุ่นยนต์เพื่อการสำรวจและการศึกษาอื่นๆ รวมทั้งหุ่นยนต์เพื่อความบันเทิง เป็นต้น นอกจากนี้ ควรพัฒนาให้มีความสามารถทางการแข่งขันทางด้านการวิจัยพัฒนา และประยุกต์ใช้วิทยาการหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติกับนานาประเทศ

ปัจจุบันประเทศไทยมีหุ่นยนต์อุตสาหกรรม (แขนกล) ที่ใช้ในอุตสาหกรรมรถยนต์และอิเล็กทรอนิกส์-ฮาร์ดดิสก์ ประมาณ 3,000–4,000 ตัว ซึ่งทั้งหมดนำเข้าจากต่างประเทศ




**รูปที่ 1.1** มูลค่าการนำเข้าหุ่นยนต์สำหรับใช้งานในอุตสาหกรรมไทย

จากประเด็นนี้จึงเล็งเห็นว่า ควรมีสถานที่เพื่อรองรับสำหรับการค้นคว้าและพัฒนา เทคโนโลยีในไทยให้กว้างขวางมากขึ้น ยังส่งเสริมให้เด็กรุ่นใหม่ที่มีความชอบได้มีที่ๆใช้พัฒนาประสบการณ์พื้นฐาน ทำความเข้าใจรู้จักหุ่นยนต์ตั้งแต่กระบวนการคิดค้นและทดลองไปจนถึงหุ่นยนต์ที่ใช้งานจริงรวมถึงใช้เวลาว่างให้เป็นประโยชน์ และส่งเสริมการท่องเที่ยว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 1.3 วัตถุประสงค์ของโครงการ

1. เพื่อเป็นแหล่งเรียนรู้ จุดศูนย์รวมและเป็นที่ท่องเที่ยวของเด็ก เยาวชน นักศึกษา จนถึงผู้ประกอบการที่สามารถเข้าถึงได้ง่าย
2. เพื่อเป็นสถาบันวิจัย ค้นคว้า แลกเปลี่ยน ซื้อขาย เรื่องเทคโนโลยีหุ่นยนต์และกลไกต่างๆ ช่วยส่งเสริมเทคโนโลยีมาพัฒนาประเทศ
3. เพื่อสร้างแรงบันดาลใจของคนรุ่นในอนาคตให้พัฒนาเทคโนโลยีประเทศแต่ไม่หลงลืมความเป็นไทย

## 1.4 กลุ่มเป้าหมาย

| กลุ่มเป้าหมาย | ความต้องการกลุ่มเป้าหมาย |
|---|---|
| เป้าหมายหลัก<br>1. เด็ก เยาวชน นักศึกษา | • มีความสนใจในเรื่องเทคโนโลยี หุ่นยนต์และกลไก<br>• อยากมีความรู้เรื่องหุ่นยนต์ การประกอบหุ่นยนต์<br>• อยากสร้างผลงานหุ่นยนต์ที่ตนเองชอบ<br>• ดูหุ่นยนต์ที่ทันสมัยและได้ลองจับต้องผลงานจริง |
| เป้าหมายหลัก<br>2. นายทุนและผู้ประกอบการ | • ซื้อขายหุ่นยนต์ที่สามารถนำมาใช้งานได้จริง<br>• ดูการสาธิตหุ่นยนต์ที่สนใจ<br>• ต้องการเทคโนโลยีไปใช้งานจริง |
| เป้าหมายหลัก<br>3. นักวิจัยและทดลองหุ่นยนต์ | • แลกเปลี่ยนข้อมูลความรู้หุ่นยนต์<br>• แข่งขันหุ่นยนต์เพื่อพัฒนาต่อไป |
| เป้าหมายรอง<br>4. ครอบครัว | • สร้างความสัมพันธ์ในครอบครัว<br>• ใช้เวลาทำกิจกรรมร่วมกัน |
| เป้าหมายรอง<br>5. บุคคลทั่วไปที่สนใจ | • ได้รับความรู้ตั้งแต่ต้น และสนใจสร้างสรรค์ความคิด<br>• ใช้เวลาว่างให้เกิดประโยชน์ |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 1.5 ภาพลักษณ์

1) สถานที่ให้ความรู้คู่ความสนุกสนานด้วยเทคโนโลยีแบบไม่น่าเบื่อ
2) สถานที่พัฒนาเทคโนโลยีหุ่นยนต์ที่ทันสมัย ล้ำยุค ยกระดับ หุ่นยนต์ ของประเทศ
3) สถานที่พบปะ พูดคุย แลกเปลี่ยน จนถึง ประชุม สัมมนา ที่น่าเชื่อถือและทันสมัย

## 1.6 การเลือกที่ตั้งของโครงการ

ต้องการเป็นอาคารให้ความรู้สำหรับเด็กและเยาวชน โดยเลือกมาทั้งในกรุงเทพ และปริมณฑล ที่มีจำนวนผู้คนประชากร อาศัยอยู่จำนวนมาก เน้นการให้ความรู้และ เป็นแหล่งทำกิจกรรมสำหรับครอบครัวได้ เดินทางสะดวก กลุ่มเป้าหมายหลักมีมากในอาณาเขต จึงได้เลือกพิจารณาที่ตั้งโครงการ คือ ศูนย์การเรียนรู้อยู่ในบริเวณติดกับอาคารหอสมุดป๋วย อึ๊งภากรณ์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต ปทุมธานี

### 1.6.1 ลักษณะพึงประสงค์ของที่ตั้ง

1) มีขนาดและสัดส่วนเหมาะสมกับที่ตั้งโครงการและรองรับการขยายตัวของโครงการในอนาคต
2) มีการทิ้งระยะจากความวุ่นวายของมลพิษทางเสียง และการสัญจรของเส้นทางรถยนต์รถโดยสารต่างๆ เพื่อไม่ให้มีสิ่งเร้าจากภายนอกอาคาร
3) บริเวณโดยรอบทมีที่ตั้งที่บรรยากาศร่มรื่น เงียบสงบ เพื่อให้เหมาะกับการเรียนรู้และทำกิจกรรมของโครงการ
4) ที่ตั้งโครงการมองเห็นได้ชัด เหมาะการสร้าง landmark หน้าโครงการ และเป็นลักษณะเชื้อเชิญเข้าไปในโครงการ เพื่อเกิดความประทับใจ
5) ใกล้แหล่ง กลุ่มเป้าหมาย ที่ต้องการ เพื่อง่ายต้องการเข้ามาของลุ่มเป้าหมาย

### 1.6.2 การวิเคราะห์ที่ตั้งของโครงการ

**ขอบเขตพื้นที่ตั้ง** : บริเวณด้านข้างหอสมุดป๋วย อึ๊งภากรณ์

**ลักษณะที่ตั้งโครงการ** : ด้านข้างหอสมุดที่เป็นส่วนกลุ่มอาคารการศึกษาห้องสมุด ห่างจากคณะ วิศวกรรมศาสตร์ เพียง 300 เมตรง่ายต่อการดูแลและใช้งาน มีบรรยากาศ ที่ร่มรื่น เงียบสงบ อยู่ตรงเกือบศูนย์กลางของมหาวิทยาลัย จึงเห็นแล สังเกตได้ง่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ขนาดพื้นที่** : ประมาณ 5,400 ตารางเมตร

**อาณาเขต** : ทิศเหนือ สวนแนวต้นไม้และหอสมุด
ทิศใต้ อาคารพิพิธภัณฑ์ธรรมศาสตร์เฉลิมพระเกียรติ
ทิศตะวันออก พื้นที่ว่าง
ทิศตะวันตก หอสมุดป๋วย อึ๊งภากรณ์

**เข้าถึงโครงการโดย** : รถโดยสารประจำทาง

รถโดยสารประจำทาง สาย 29 มธ . ศูนย์รังสิต-หัวลำโพง
รถโดยสารประจำทาง สาย 39 มธ . มธ . ศูนย์รังสิต-สนามหลวง
รถโดยสารประจำทาง สายปอ. 29 มธ . ศูนย์รังสิต-หัวลำโพง
รถโดยสารประจำทาง สายปอ. 510 มธ . ตลาดไท-อนุสาวรีย์ ฯ
รถโดยสารประจำทาง สายปอ. 39 ตลาดไท-สนามหลวง

รถตู้โดยสาร

รถตู้โดยสารร่วม ขสมก.สาย ต.85 (อนุสาวรีย์ชัยสมรภูมิ)
รถตู้โดยสารปรับอากาศรถไฟฟ้า (สถานีหมอชิต)
รถตู้โดยสารปรับอากาศท่าพระจันทร์–ศูนย์รังสิต
รถตู้โดยสารปรับอากาศฟิวเจอร์ปาร์ค – ธรรมศาสตร์

รถยนต์ส่วนบุคคล- รถยนต์รับจ้างส่วนบุคคล

ทางยกระดับดอนเมือง – โทลเวย์
ทางด่วนแจ้งวัฒนะ - ม.ธรรมศาสตร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 1.6.3 สภาพแวดล้อมของที่ตั้งโครงการ

**รูปที่1.2** มุมมองกว้างของบริเวณsite และตัวอาคารถนนปรีดีพนมยงค์

**รูปที่1.3** มุมมองจากถนนด้านหน้า

**รูปที่1.4** มุมมองจากลาดจอดรถ

**รูปที่1.5** ทิศเหนือ สวนแนวต้นไม้และหอสมุด

**รูปที่1.6** ทิศใต้ อาคารพิพิธภัณฑ์ธรรมศาสตร์เฉลิมพระเกียรติ

**รูปที่1.7** ทิศตะวันออก พื้นที่ว่างและลานจอดรถ

**รูปที่1.8** ทิศตะวันตก หอสมุดป๋วย อึ๊งภากรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 1.7 ลักษณะของอาคาร

**1.7.1 ลักษณะพึงประสงค์ของอาคาร ศูนย์การเรียนรู้กรมหลวงนราธิวาสราชนครินทร์ (Krom Luang Naradhiwas Rajanagarinda Learning Centre)**

1. ลักษณะโครงสร้างอาคาร : เป็นอาคารที่ใช้วัสดุสมัยใหม่ เช่น คอนกรีต เหล็ก รูปแบบภายนอก ดูเรียบง่าย มีลักษณะดูเป็นโรงงานหรือโกดัง
2. ลักษณะพิเศษของพื้นที่ : ต้องการพื้นที่เป็นลานสำหรับจัดกิจกรรมแข่งขัน รองรับได้ และมีพื้นที่โดยรอบนั่งพักหรือสนทนาได้
3. การเข้าถึงอาคาร : มีทางเข้าหลักที่เน้นให้ความรู้สึกส่งเสริมน่าเข้าหา มีทางเข้ารอง และสามารถควบคุมพื้นที่ให้บริการอย่างทั่วถึง
4. มุมมองภาพลักษณ์ : ภาพลักษณ์ความทันสมัยและเรียบง่ายเหมาะการเรียนรู้ รู้สึกเปิดรับกับกลุ่มผู้ใช้ที่หลากหลาย

**1.7.2 การวิเคราะห์ของอาคาร**

**พื้นที่อาคารโดยประมาณ** ประมาณ 15,300 ตารางเมตร

**ที่ตั้ง** มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต 99 หมู่ 18 ถนนพหลโยธิน ตำบลคลองหนึ่ง อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12120 อยู่ในบริเวณติดกับอาคารหอสมุดป๋วย อึ๊งภากรณ์

**สภาพแวดล้อมภายนอกอาคาร** เป็นอาคารสมัยใหม่ ใช้วัสดุที่เป็นสมัยใหม่ เป็น เหล็ก คอนกรีต กระจก เป็นอาคารมี รูปทรงเรียบง่ายเน้นการตกแต่ง facade จุดเด่นคือ เน้นความเรียบง่าย เป็นอารมณ์ industrial

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 1.7.3 สภาพแวดล้อมของอาคาร

**รูปที่1.9** รูปอาคารด้านข้าง 1

**รูปที่1.10** รูปอาคารด้านข้าง 2

**รูปที่1.11** รูปอาคารด้านข้าง 3

**รูปที่1.12** ทางเข้าหลักทางทิศตะวันออก

**รูปที่1.13** แผง façade ของอาคาร

**รูปที่1.14** ภาพลักษณะอาคารโดยภาพรวม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**รูปที่1.15** พื้นที่ด้านหลังอาคาร

**รูปที่1.16** ทางเข้ารองเชื่อมต่อหอสมุดป๋วย

## 1.8 องค์ประกอบของโครงการ

| วัตถุประสงค์โครงการ | กิจกรรม | องค์ประกอบโครงการ |
|---|---|---|
| 1. เพื่อเป็นแหล่งเรียนรู้จุดศูนย์รวมและเป็นที่ท่องเที่ยวของเด็กเยาวชน นักศึกษา จนถึงผู้ประกอบการที่สามารถเข้าถึงได้ง่าย | - แสดงผลงานการออกแบบหุ่นยนต์ที่มีคุณภาพ<br>- ทดลองประกอบหุ่นยนต์อย่างง่าย<br>- ศึกษาประวัติหุ่นยนต์ในไทย<br>- เรียนรู้องค์ประกอบเทคโนโลยีหุ่นยนต์<br>- กิจกรรมส่งเสริมการท่องเที่ยวสำหรับครอบครัว<br>- รับชมข้อมูลหรืองานวิจัยหุ่นยนต์ | - นิทรรศการชั่วคราว<br>- นิทรรศการถาวร<br>- ลานกิจกรรม/ลานทดลองหุ่นยนต์และกลไก/สนามแข่งหุ่นยนต์<br>- ห้องค้นคว้าเทคโนโลยี |
| 2. เพื่อเป็นสถาบันวิจัยค้นคว้า แลกเปลี่ยน ซื้อขาย เรื่องเทคโนโลยีหุ่นยนต์ | - ค้นคว้าและพัฒนาแบบหุ่นยนต์ต่างๆ<br>- ทดลองใช้งานหุ่นยนต์และแสดงให้ประชาชนที่ | - ห้องคนคว้าและวิจัยออกแบบ<br>- คลังเก็บของหุ่นยนต์ต้นแบบวัสดุและ |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| | | |
|---|---|---|
| และกลไกต่างๆ ช่วยส่งเสริมเทคโนโลยีมาพัฒนาประเทศ | นิทรรศการได้เห็นด้วย<br>- ประชุมงานหรือตกลงซื้อขายนวัตกรรม<br>- หารายได้จากการซื้อขายนวัตกรรม | อุปกรณ์<br>- ลานกิจกรรม/ลานทดลองหุ่นยนต์และกลไก/ Robot arena<br>- ห้องประชุมและสัมมนา<br>- innovation room ซื้อขายหุ่นยนต์ |
| 3. เพื่อสร้างแรงบันดาลใจของคนรุ่นในอนาคตให้พัฒนาเทคโนโลยีประเทศแต่ไม่หลงลืมความเป็นไทย | - แสดงผลงานการออกแบบหุ่นยนต์ที่มีคุณภาพ<br>- แสดงหุ่นยนต์ฝีมือคนไทย<br>- มีการนำผู้สนใจไปดูงานยังส่วนต่างๆในส่วนวิจัย<br>- แข่งขันหุ่นยนต์ระดับนานาชาติ | - นิทรรศการชั่วคราว<br>- นิทรรศการถาวร<br>- ลานกิจกรรม/ลานทดลองหุ่นยนต์และกลไก/สนามแข่งหุ่นยนต์<br>- ห้องสมุดเทคโนโลยี<br>- Robot arena |

**Scope of work โครงการพื้นที่ทั้งหมด** 4,040 ตารางเมตร

1. ส่วนสาธารณะ เป็นพื้นที่บริการที่ประกอบด้วยส่วนต้อนรับ ลานกิจกรรม พื้นที่ทั้งหมด 215 ตารางเมตร รองรับสูงสุด 120 คน

1.1 โถงทางเข้า

1.2 ส่วนประชาสัมพันธ์และลงทะเบียน

1.3 ส่วนพักคอย

2. ส่วนส่งเสริมการศึกษา ส่วนที่ให้การส่งเสริมด้านการศึกษาประกอบด้วยห้องสมุดและห้องจัดนิทรรศการ พื้นที่ทั้งหมด 750 ตารางเมตร รองรับสูงสุด 120 คน

2.1 ห้องจัดนิทรรศการ ( Exhibition room) เพื่อส่งเสริมความรู้เข้าใจเทคโนโลยีหุ่นยนต์และกลไกมีทั้งนิทรรศการถาวรและชั่วคราว

2.2 ห้องสมุดเทคโนโลยี

3.ส่วนทดลอง วิจัย และค้นคว้า หุ่นยนต์และกลไก พื้นที่ทั้งหมด 1,985 ตารางเมตร รองรับสูงสุด 75 คน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1 ห้องทดลอง ค้นคว้า เก็บข้อมูล และประกอบหุ่นยนต์

3.2 ลานทดลองหุ่นยนต์และกลไก แสดงผลงาน

3.3 ห้องประชุมงานและออกแบบวางแผน

3.4 สนามรองรับการแข่งขันหุ่นยนต์

4.ส่วนบริการ สัมมนาและรับรอง พื้นที่ทั้งหมด 770 ตารางเมตร รองรับสูงสุด 200 คน

4.1 ห้องสัมมนา,ห้องประชุม โชวืนวัตกรรม และส่วนเตรียมอาหารว่างและเครื่องดื่ม

4.2 โรงอาหาร

5. สำนักงาน พื้นที่ทั้งหมด 320.24 ตารางเมตร รองรับสูงสุด 45 คน

5.1 สำนักงานส่วนบริหาร

5.2 สำนักงานส่วนวิจัยและทดลอง

5.3 สำนักงานส่วนประชาสัมพันธ์

5.4 สำนักงานฝ่ายทะเบียน

5.5 สำนักงานฝ่ายอาคาร

5.6 สำนักงานฝ่ายรักษาความปลอดภัย

5.7 ฝ่ายบริการ

6.จอดรถ พื้นที่ทั้งหมด 1,560 ตารางเมตร รองรับสูงสุด 120 คัน พื้นที่/หน่วย = 13

## 1.9ขอบเขตของโครงการ

| องค์ประกอบ | ขอบข่าย | ขอบเขต |
|---|---|---|
| **1. ส่วนบริการ** | | |
| **1.1 ส่วนบริการสาธารณะ** | | |
| -ส่วนประชาสัมพันธ์ | • | • |
| -ส่วนโถงทางเข้าออก | • | • |
| -ห้องน้ำและโทรศัพท์สาธารณะ | • | • |
| -ส่วนบริการร้านอาหารและเครื่องดื่ม | • | • |
| -ส่วนที่จอดรถ | • | |
| -ส่วนพักคอย | • | • |
| -ลานที่ปรับเปลี่ยนพื้นที่เป็นสนามประลอง | • | |
| **1.2ส่วนบริการอาคาร** | | |
| -ส่วนรักษาและบำรุงอาคารสถานที่ | • | |
| -ส่วนดูแลและบำรุงงานระบบ | • | |
| -ส่วนรักษาความปลอดภัย | • | |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| | | |
|---|---|---|
| -ส่วนซ่อมบำรุง | • | |
| -ส่วนคลังศุนย์การเรียนรู้และรักษาอุปกรณ์ | • | |
| **2.ส่วนส่งเสริมการศึกษา** | | |
| **2.1ส่วนห้องสมุดเทคโนโลยี** | | |
| -ส่วนห้องสมุด ebook | • | • |
| -ส่วนอินเตอร์เน็ทไร้สายสืบค้นข้อมูล | • | • |
| -ส่วนสำนักงานห้องสมุด | • | • |
| -ส่วนรับฝากของ | • | • |
| **2.2ส่วนจัดนิทรรศการ** | | |
| -โถงทางเข้าส่วนนิทรรศการ | • | • |
| -นิทรรศการชั่วคราว | • | • |
| -นิทรรศการถาวร | • | • |
| -ส่วนพักคอย | • | • |
| **3.ส่วนทดลอง วิจัย และค้นคว้า หุ่นยนต์และกลไก** | | |
| -ส่วนทดลอง ค้นคว้า เก็บข้อมูล และประกอบหุ่นยนต์ | • | • |
| -ลานพื้นที่ทดลองหุ่นยนต์ | • | • |
| -ลานพื้นที่ robot arena | • | • |
| -ส่วนโปรแกรมซอฟท์แวร์,ประชุมงานและวางแผน | • | • |
| **4.สัมมนาและรับรอง** | | |
| -ส่วนเตรียมเครื่องดื่มและอาหารว่าง | • | |
| -ห้องสัมนา | • | • |
| -ห้องควบคุมและอุปกรณ์ | • | |
| **5.ส่วนสำนักงาน** | | |
| -ส่วนสำนักงานดำเนินการตามแผนก | • | |
| -ส่วนสำนักงานฝ่ายบริหาร | • | |
| -ส่วนสำนักงานฝ่ายธุรการ | • | |
| -ส่วนสำนักงานฝ่ายการเงินและการบัญชี | • | |
| -ส่วนสำนักงาฝ่ายประสานงาน | • | |
| -ส่วนสำนักงานฝ่ายประชาสัมพันธ์ | • | |
| -ส่วนสำนักงานฝ่ายการวิจัยและวางแผน | • | |
| -ส่วนห้องรับรองผู้มาติดต่อ | • | |
| -ส่วนพักคอย | • | |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 1.10 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1. มีส่วนในการช่วยพัฒนาและต่อยอดองค์ความรู้เทคโนโลยีเพื่อในการพัฒนาระบบเทคโนโลยีต่างๆ และส่งผลดีต่อประเทศต่อไป
2. สร้างแรงบันดาลใจให้คนรุ่นใหม่มีความรู้ความสนใจอยากที่จะพัฒนาเทคโนโลยีต่อไป
3. เป็นแหล่งท่องเที่ยวที่ได้ความรู้และความตื่นตาตื่นใจในด้านเทคโนโลยี
4. นำเทคโนโลยีไปใช้ต่อยอดเพื่อความเป็นอยู่ที่ดีขึ้นของคนไทย
5. ครอบครัวที่มาสามารถกระชับความสัมพันธ์เข้าใจกันมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 2

# ข้อมูลทั่วไป และข้อมูลสนับสนุนโครงการ

## 2.1 ข้อมูลพื้นฐาน

### 2.1.1 ข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับศูนย์การเรียนรู้

ศูนย์การเรียนรู้ หมายถึง การจัดพื้นที่การเรียนทางกายภาพเพื่อให้ผู้เรียนสามารถควบคุมการเรียนด้วยตนเองเป็นรายบุคคลหรือผู้เรียนในกลุ่มเล็ก มีสื่อการเรียนในรูปแบบสื่อประสม ช่วยในการเรียนรู้โดยมีครูผู้สอนคอยแนะนำ ลักษณะของศูนย์การเรียนรู้มีพื้นฐานจากแนวคิดการศึกษาระบบเปิดในช่วงทศวรรษ 1960s ถึง 1970s โดยการจัดพื้นฐานการเรียนให้ผู้เรียนมีโอกาสควบคุมการเรียน เพิ่มขึ้น เพื่อส่งเสริมการทำกิจกรรมด้วยตนเองหรือโดยกลุ่ม จะจัดโดยแบ่งกลุ่ม ตามที่ได้รับมอบหมาย การจัดพื้นที่นี้สามารถจัดภายในห้องเรียนในห้องปฏิบัติการ จะจัดโดยแบ่งออกเป็น 4-6 ศูนย์ ภายในห้องหรือศูนย์เดียวกลางห้องหรือมุมใดมุมหนึ่งของห้องหรือแม้แต่ระเบียบทางเดินก็ทำได้แต่ต้องสามารถกำจัดเสียงรบกวนต่าง ๆ ได้ หรือจัดไว้ในห้องสมุด แต่ละศูนย์จะจัดในลักษณะเป็นโต๊ะ 1 ตัว และมีเก้าอี้อยู่โดยรอบเพื่อให้ผู้เรียนได้มีโอกาสเรียน อภิปราย วิจัย แก้ปัญหา หรือทดลองร่วมกัน หรืออาจจัดโต๊ะคอมพิวเตอร์ที่ต่อเป็น เครือข่ายหรือในลักษณะที่สามารถทำกิจกรรมคนเดียวหรือเป็นกลุ่มเล็กได้ นอกจากนี้ยังจัดในลักษณะเป็นคูหาเพื่อกำจัดเสียงรบกวนในขณะเรียนหรือทำกิจกรรมจากศูนย์ใกล้เคียง หรือเสียงรบกวนอื่น ที่จะทำให้เสียสมาธิในการเรียน คูหายังแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ คูหาแห้ง (Dry Carrel) และ คูหาเปียก (Wet Carrel) คูหาแห้งจะประกอบด้วยสื่อการเรียนที่ไม่มีวัสดุอุปกรณ์อิเลกทรอนิกส์ ส่วนคูหาเปียกจะประกอบด้วยสื่อการเรียนที่เป็นวัสดุอุปกรณ์อิเลกทรอนิกส์ เช่น เทปเสียง ทีวีมอนิเตอร์ เครื่องเล่นแถบวีดีทัศน์ เครื่องคอมพิวเตอร์ เป็นต้น สื่อการเรียนที่ประจำในแต่ละศูนย์จะอยู่ในรูปแบบสื่อประสมที่แยกตามกิจกรรม หรือเป็นชุดการเรียนก็ได้

ในการเรียนที่แต่ละศูนย์แยกตามกิจกรรมการเรียนออกจากกัน ผู้เรียนที่แบ่งออกเป็นกลุ่ม ๆ แต่ละกลุ่มต้องเรียนให้ครบทุกศูนย์ ส่วนศูนย์การเรียนรู้ที่จัดทุกกิจกรรมไว้ในศูนย์เดียว แต่ละกลุ่มต้องเปลี่ยนกันเข้าไปเรียน

ข้อดีของศูนย์การเรียนรู้

1. เรียนตามอัตราการเรียนรู้ของผู้เรียนแต่ละคนหรือภายในกลุ่ม (Self-Pacing) ศูนย์การเรียนรู้ช่วยให้ผู้เรียนเรียนตามความต้องการความสามารถของแต่ละคนหรือผู้เรียนภายในกลุ่ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. เรียนรู้อย่างกระฉับกระเฉง (Active Learning) ศูนย์การเรียนรู้ช่วยให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในประสบการณ์การเรียน การตอบสนอง และให้ผลย้อนกลับทันที

3. บทบาทของผู้สอน (Teacher Role) ศูนย์การเรียนรู้จะเปลี่ยนบทบาทของผู้สอนมาเป็นผู้แนะนำและคอยช่วยเหลือการเรียนมากขึ้น

4. กระบวนการกลุ่ม (Group Process) ส่งเสริมการทำงานเป็นกลุ่ม ภาวะเป็นผู้นำ ยอมรับฟังความคิดเห็นผู้อื่น มีปฏิสัมพันธ์ทางสังคม

**ข้อจำกัดของศูนย์การเรียนรู้**

1. ต้นทุนมาก (Cost) การวางแผน การจัดสร้างศูนย์ การรวบรวมและการจัดวัสดุต้องใช้เวลามาก รวมทั้งการซื้อวัสดุอุปกรณ์การออกแบบและพัฒนาสื่อการเรียนที่จะนำมาใช้ในศูนย์ก็ต้องใช้เงินจำนวนมาก

2. การจัดการ (Management) ผู้สอนที่จัดการศูนย์การเรียนรู้ต้องมีการจัดระบบและการจัดการห้องเรียนที่ดี

### 2.1.1.1 ประเภทของศูนย์การเรียนรู้

1. ศูนย์การเรียนสามารถนำไปใช้กับทุกระดับการศึกษา ทุกรายวิชา

2. ศูนย์ฝึกทักษะ (Skill Centers) ศูนย์นี้ให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะเพิ่มขึ้น โดยได้รับการสอนจากบทเรียนผ่านสื่อหรือวิธีการอื่นมาก่อน ทักษะพื้นฐานจะทำให้ฝึกและปฏิบัติในศูนย์จนทำให้มีความชำนาญด้วยตัวผู้เรียนเอง

3. ศูนย์ความสนใจ (Interest Centers) เป็นศูนย์ที่สร้างขึ้นมาเพื่อกระตุ้นให้เกิดความสนใจใหม่ๆ และให้เกิดความคิดสร้างสรรค์

4. ศูนย์สอนเสริม (Remedial Centers) เป็นศูนย์ที่จะช่วยผู้เรียนที่ต้องการช่วยเสริมความรู้หรือทักษะที่ยังไม่เพียงพอจากการเรียนปกติ หรือแยกผู้เรียนที่ต้องการความช่วยเหลือเป็นพิเศษ

5. ศูนย์เพิ่มพูนความรู้ (Enrichment Centers) ศูนย์นี้จะกระตุ้นประสบการณ์การเรียนรู้เพิ่มขึ้นหลังจากที่ผู้เรียน ได้เรียนหรือทำกิจกรรมบรรลุจุดประสงค์ที่ตั้งไว้แล้ว เช่น ผู้เรียนที่มีความสามารถสูงเรียนบทเรียนคณิตศาสตร์จบแล้ว แต่ยังมีเวลาให้ไปเรียนในศูนย์นั้นที่มีบทเรียนยากเพิ่มขึ้น หรือมีกิจกรรมอื่นให้ทำเพิ่มความชำนาญ หรืออาจจะเป็นศูนย์ที่มีคอมพิวเตอร์ที่มีเกมทางคณิตศาสตร์

6. ศูนย์สำรอง (Reserved Centers) อาจจะมีศูนย์สำรองไว้ในกรณีที่มีศูนย์แยกกิจกรรม เมื่อผู้เรียนทำกิจกรรมในศูนย์ใดเสร็จแล้วจะเข้าไปทำกิจกรรมในศูนย์อื่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แต่ศูนย์นั้นยังไม่ว่างเนื่องจากผู้เรียนในศูนย์นั้นยังทำกิจกรรมไม่เสร็จ ก็ให้มารอในศูนย์สำรองนี้โดยมีกิจกรรม ที่สอดคล้องกับเรื่องที่ศึกษาเตรียมไว้อาจเป็นกิจกรรมในลักษณะผ่อนคลาย ซึ่งจะทำให้ไม่ว่างในขณะ ที่รอหรือรบกวนผู้ที่กำลังทำกิจกรรมในศูนย์อื่น

## 2.1.2 ข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับนิทรรศการ

นิทรรศการ( Exhibition )

งานนิทรรศการคือ การสร้างความสนใจให้เกิดขึ้นกับผู้ที่ผ่านไปมาให้ข้อมูลเกี่ยวกับความรู้และความคิด เร้าให้เกิดความสนใจในเนื้อหา ซึ่งเสนอและกระตุ้นให้มีการกระทำบางอย่าง เปิดโอกาสให้ผู้เข้าชมได้รับความรู้เพิ่มมากขึ้น

<u>คุณค่าของนิทรรศการ</u>

1. นิทรรศการช่วยรวมสิ่งแสดงต่างๆมาไว้ในที่แห่งเดียว เช่น ป้ายนิเทศ รูปภาพของจริง ทำให้สะดวกในการศึกษาหาความรู้

2.นิทรรศการช่วยนำความคิดและข้อมูลที่กระจัดกระจาย อยู่ในที่ต่างๆมารวมเข้าด้วยกัน

3.นิทรรศการสามารถแสดงความคิดเห็นที่อยู่ในลักษณะนามธรรม ซึ่งเข้าใจยากให้ออกมาในลักษณะของรูปธรรมที่เข้าใจได้ง่าย

4.นิทรรศการช่วยกระตุ้นความสนใจในสิ่งที่แปลกๆใหม่ๆซึ่งจะนำไปสู่การค้นคว้าหาความรู้จากแหล่งวิทยาการอื่นๆทดลองนำไปปฏิบัติต่อไป

5.นิทรรศการช่วยส่งเสริมการแสดงออกในลักษณะของการร่วมมือกันจัดแสดงระหว่างหน่วยงานต่างๆ

<u>ความหมายและลักษณะทั่วไปของนิทรรศการ</u>

นิทรรศการ (Exhibitions) ตรงกับภาษาอังกฤษว่า "Exhibitions" มีความหมายใกล้เคียงกับคำว่า "Display" ซึ่งแปลว่า "การจัดแสดง"ความหมายของนิทรรศการ มีนักเทคโนโลยีการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของนิทรรศการในแง่มุมต่างๆดังนี้

เปรื่องกุมุท (2526) ได้ให้ความหมายของนิทรรศการว่าเป็นเครื่องมือสื่อสารที่มีบทบาทและอิทธิพลมากขึ้นทุกขณะ ทั้งในด้าน การศึกษาวิทยาศาสตร์ แพทย์ ธุรกิจ สังคม การเมือง การอุตสาหกรรม และอื่น ๆนอกจากนี้ยังให้ความหมายในทัศนะของผู้จัดว่าเป็นวิธีอันทรงประสิทธิภาพในการกระตุ้นให้ผู้คนสนใจในวัตถุ และแนวความคิด ความอ่านเป็นวิธีที่สามารถเข้าถึงประชาชนได้ ในเมื่อวิธีการ อย่างอื่นไม่สามารถทำได้ทั้งนี้เพราะเสน่ห์อันเกิดจากผลงานการรวบรวมสรรพสิ่งทั้งหลาย การคัดเลือกการจัดแสดงที่ดี และได้ให้ความหมายของนิทรรศการในทัศนะของผู้ชมหรือประชาชนว่านิทรรศการ หมายถึง โอกาสของความเห็นความชื่นชมและการเรียนรู้บางอย่างเกินปกติวิสัยที่จะได้มีโอกาสเช่นนั้นเสน่ห์ของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นิทรรศการอยู่ที่ความพิเศษ หรือโอกาสที่หายาก หรือหาชมได้เป็นบางครั้งบางคราวเท่านั้น

ธีรศักดิ์ อัครบวร (2537) ได้ให้ความหมายของนิทรรศการว่า นิทรรศการ หมายถึง การวางแผนการถ่ายทอดความรู้ โดยใช้โสตทัศนวัสดุ เครื่องมือโสตทัศนศึกษา และกิจกรรมโสตทัศนศึกษา (A.V. Activities) อย่างใดอย่างหนึ่ง หรือผสมผสานกัน อย่างมีระบบ เพื่อให้ผู้ชมได้รับความรู้ ความเข้าใจ ตลอดจนมุ่งชักจูงความคิดความสนใจ ให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่ผู้จัด ได้กำหนดไว้

Edgar Del (1969) ได้กล่าวถึงนิทรรศการว่า นิทรรศการเป็นสื่อการเรียนการสอนที่ให้ประสบการณ์รูปธรรมขั้นที่ 6 ของกรวย ประสบการณ์ (Cone of Experience) ทั้งนี้จะต้องเป็นนิทรรศการที่จัดแสดงอย่างมีความหมาย อาจจัดเป็นชุดของรูปถ่าย หรือรูปถ่ายผสมผสานกับแผนภูมิ และภาพโฆษณา บางครั้งอาจจะมีการสาธิตหรือฉายภาพยนตร์ประกอบ แต่อย่างไรก็ตาม ทุก นิทรรศการมีลักษณะอย่างหนึ่งที่เหมือนกันคือ นิทรรศการเป็นการขมวดความรู้ความสนใจของผู้อื่นให้มุ่งไปยังวัสดุอุปกรณ์โดยการควบคุมเงื่อนไข

จากความหมายต่างๆ สรุปได้ว่านิทรรศการ คือ รูปแบบหรือวิธีการถ่ายทอดความรู้ โดยนำเอาวัสดุอุปกรณ์หรือสื่อมาผสมผสานกันและนำเสนออย่างเป็นระบบ เช่น ภาพ ของจริง หุ่นจำลอง เอกสาร คำแนะนำ สไลด์ วิดีทัศน์ คอมพิวเตอร์ ฯลฯ เพื่อกระตุ้นความสนใจและทำให้ผู้ดูเกิดความ เข้าใจในเนื้อหาของนิทรรศการได้รวดเร็วขึ้น อาจกล่าวได้ว่าเป็นการเรียนรู้ที่ใกล้เคียงกับประสบการณ์ตรง โดยผู้ชมสามารถรับรู้ได้จากประสาทสัมผัสทั้งห้า

### 2.1.2.1 ประเภทของนิทรรศการ

ประเภทของนิทรรศการ (Type of Exhibition)แบ่งตามลักษณะของวิธีการจัดแบ่งได้เป็น 3 ประเภทคือ

1. นิทรรศการถาวร (Permanent Exhibition)

หมายถึงนิทรรศการที่จัดแสดงเรื่องราวเดิมๆไม่เปลี่ยนแปลงเป็นที่รวบรวมสิ่งแสดงของที่ใช้จัดอาจจะเป็นของจริงหุ่นจำลองรูปภาพ ฯลฯ ที่นำมาแสดงนั้นไม่มีการเปลี่ยนแปลงรูปแบบและวิธีการจัดอยู่ในอาคารหรือสถานที่เดิมไม่เปลี่ยนแปลง ผู้ชมสามารถเข้ามาชมได้ตลอดเวลาเพื่อศึกษาหรือหาความรู้ เพลิดเพลิน เช่น พิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีพิพิธภัณฑสถานแห่งชาติ มีจุดประสงค์เพื่อการศึกษาทั้งทางประวัติศาสตร์ศิลป์โบราณคดีตลอดจนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี นอกจากนี้ยังมีพิพิธภัณฑ์หุ่นขี้ผึ้งไทยเป็นต้น

2. นิทรรศการชั่วคราว (Non Permanent Exhibition)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คือการจัดนิทรรศการเป็นครั้งคราวในวาระโอกาส หรือเทศกาลพิเศษเพื่อแสดงความรู้ใหม่ๆแผนงานพิเศษวาระในวันสำคัญต่างๆของหน่วยงานนิทรรศการชั่วคราวอาจจัดแสดงในสถานที่เดิมเป็นประจำแต่สื่อที่นำมาแสดงชุดนั้นๆจัดอยู่ไม่นานอาจเป็นสัปดาห์หรือสองสามเดือนก็เปลี่ยนใหม่หรือเลิกไป

3.นิทรรศการเคลื่อนที่

นิทรรศการเคลื่อนที่หมายถึง นิทรรศการที่จัดขึ้นเป็นชุดสำเร็จ เพื่อแสดงในหลายๆ สถานที่หมุนเวียนกันไปรูปแบบและสื่อหลักที่นำมาแสดงเป็นแบบเดิม วัตถุประสงค์ในการจัดเป็นแบบเดิมอาจมีสิ่งของหรือการแสดงประกอบเพิ่มเติมในบางครั้ง ส่วนสถานที่จัดก็หมุนเวียนเปลี่ยนไปเรื่อยอาจเคลื่อนที่ไปต่างจังหวัดหรือจังหวัดเดียวกันแต่เปลี่ยนชุมชนที่นำไปแสดง เช่นนิทรรศการศิลปะ นิทรรศการตราไปรษณียากร ในการเคลื่อนที่ก็จะร่วมกับหน่วยงานในท้องถิ่นซึ่งหน่วยงานหลักก็คือหน่วยงานในสังกัดสำนักงานไปรษณีย์โทรเลขจังหวัดที่ไปจัด

<u>แบ่งตามจุดประสงค์การจัดมี 5ประเภท</u>

1. นิทรรศการทางการศึกษา

เป็นนิทรรศการที่มุ่งจัดเพื่อการศึกษาและให้ข้อมูลความรู้ทางวิชาการแก่ผู้ชมโดยเฉพาะ อาจจัดเป็นเฉพาะเรื่องหรือจัดในแบบความรู้กว้างๆ นิทรรศการโดยทั่วไปแทบทุกประเภทจะมีจุดประสงค์เพื่อการศึกษาแฝงอยู่ด้วยเสมอ เช่น นิทรรศการสัปดาห์วันวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี เพื่อเผยแพร่วิชาการด้านวิทยาศาสตร์และความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี นิทรรศการการศึกษา จัดได้ทุกสาขาวิชาไม่ว่าจะเป็นวิทยาการทางด้าน มนุษยศาสตร์ สังคมศาสตร์ และศิลปศาสตร์ตลอดจนวิทยาศาสตร์ประยุกต์สาขาวิชาต่างๆ

2. นิทรรศการทางการตลาด

เป็นนิทรรศการอีกแบบหนึ่ง ที่จัดกันแพร่หลายพอๆกับนิทรรศการทางการศึกษาๆ ประเภทนี้อาจจัดในร่มหรือกลางแจ้งก็ได้แต่เป็นนิทรรศการแบบชั่วคราวเท่านั้น จุดประสงค์เพื่อการขายสินค้าและการพาณิชย์ นิทรรศการทางการตลาดที่ใหญ่ที่สุด คือ งานมหกรรมการแสดงสินค้านานาชาติ (Thailand Expo) ซึ่งหมุนเวียนจัดในประเทศต่างๆ ทั่วโลก ห้างสรรพสินค้าหรือศูนย์การค้าใหญ่ๆ ก็มีการจัดนิทรรศการทางการตลาดกันตลอดปีเพื่อดึงดูดลูกค้าให้เข้ามาซื้อสินค้านั้น ซึ่งมีการจัดกันอยู่เสมอโดยทั่วไปจะจัดในช่วงเทศกาลต่างๆ

3. นิทรรศการทางการเมือง

ในหลายๆ ประเทศทางด้านการเมืองและรัฐศาสตร์โดยเฉพาะประเทศกลุ่ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สังคมนิยม จะใช้ พิพิธภัณฑ์ เป็นเครื่องมือปลุกระดมสำนึกทางการเมืองของประชาชน เช่นพิพิธภัณฑ์แสดงร่องรอยการฆ่าล้างเผ่าพันธุ์ ที่จัดแสดงโดยรัฐบาลกัมพูชาประชาธิปไตย เพื่อปลุกสำนึกของเยาวชนรุ่นใหม่ ให้มีความรู้สึกร่วมกับบรรพบุรุษรุ่นก่อน ซึ่งถูกกดขี่ทำทารุณกรรม สำหรับประเทศไทย นิสิตนักศึกษาในสถาบันอุดมศึกษาจะจัดนิทรรศการประเภทนี้กันเป็นประจำ

4. นิทรรศการศิลปวัฒนธรรมและสิ่งแวดล้อม

นิทรรศการทางศิลปะรวมถึงศิลปะแขนงอื่นๆ ด้วยเช่น อัญมณี เครื่องแก้ว งานศิลปหัตถกรรมต่างๆ นิทรรศการวัฒนธรรมนอกจากการจัดแบบถาวรแล้ว ก็มีการจัด นิทรรศการเกี่ยวกับการส่งเสริมอนุรักษ์วัฒนธรรมต่างๆ ด้วย นิทรรศการทางสิ่งแวดล้อม ปัจจุบันมีหน่วยงาน สมาคมมูลนิธิ สถาบันทางการศึกษาทุกระดับ จัดกันแพร่หลายโดยเฉพาะการรณรงค์เกี่ยวกับการนำมาใช้ใหม่ นิทรรศการทางศิลปะที่เด่นดังและดีเยี่ยมที่ดีที่สุดของไทย คือ "นิทรรศการศิลปาชีพ"ของมูลนิธิส่งเสริมศิลปาชีพฯ

5. นิทรรศการเพื่อการประชาสัมพันธ์องค์กร

นิทรรศการตลาดนัดหลักสูตรโดยคณะกรรมการการอุดมศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ จัดขึ้นเพื่อประชาสัมพันธ์ให้นักเรียนชั้นมัธยมปลาย ได้รู้ถึงหลักสูตรที่เปิดสอนอยู่ในสถาบันอุดมศึกษาต่างๆ ทั่วประเทศ และจัดตามมหาวิทยาลัยในส่วนกลางและส่วนภูมิภาค

การแบ่งประเภทของนิทรรศการตามวัตถุประสงค์ของการจัดนั้น แบ่งเป็น 2 กลุ่มใหญ่ ๆ ด้วยกันคือนิทรรศการเพื่อการศึกษา กับนิทรรศการทางการตลาด และนิทรรศการ ทางการตลาดที่สำคัญและกล่าวถึงกันมากที่สุดก็คือ มหกรรม นานาชาติ หรืองานเอ็กซ์โป

<u>การจัดแสดง</u>

1. ความเป็นเอกภาพ

เอกภาพ (unity) หมายถึง ผลรวมขององค์ประกอบที่อยู่ร่วมกันได้อย่างเหมาะสม เป็นอันหนึ่งอันเดียวกัน แสดงให้เห็นถึงความเป็นหน่วยเป็นกลุ่มเป็นก้อนเป็นเรื่องเดียวกัน มีความสัมพันธ์ต่อเนื่องกันและกลมกลืนกัน นอกจากความเป็นเอกภาพจะสามารถดึงดูดความสนใจได้ดีแล้ว ยังช่วยในการสื่อความหมายให้ผู้ชมเข้าใจสาระได้ง่ายยิ่งขึ้นด้วย

ประโยชน์ของความเป็นเอกภาพในนิทรรศการ มีประโยชน์ทั้งต่อผู้จัดและผู้ชมหลายประการคือ ป้องกันความสับสนและความเข้าใจผิด สะดวกในการจัดการและดำเนินงาน มีจุดเด่นเป็นลักษณะเฉพาะแตกต่างจากสิ่งแวดล้อมโดยรอบ เป็นการนำเสนอเนื้อหาที่ตรงกับวัตถุประสงค์ สามารถกำหนดกลุ่มเป้าหมายได้ง่าย สามารถจำแนกปัญหาและอุปสรรคได้ชัดเจน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัจจัยที่ทำให้เกิดความเป็นเอกภาพ ความเป็นเอกภาพแสดงออกให้เห็นรูปแบบต่าง ๆ ดังตัวอย่าง

- ความใกล้ชิด (proximity)
- การซ้ำ (repetition)
- ความต่อเนื่อง (continuation)
- ความหลากหลาย (variety)
- ความกลมกลืน (harmony)

2. ความสมดุล

ความสมดุล (balance) เป็นลักษณะการจัดองค์ประกอบให้สอดคล้องกับเนื้อหาและวัตถุประสงค์เพื่อให้ผู้ชมคล้อยตามโดยไม่รู้ตัว ความสมดุลช่วยให้ผู้ชมรู้สึกสบายไม่อึดอัดในขณะชมนิทรรศการ เพราะความสมดุลทำให้เกิดความรู้สึกพอดีและเหมาะสมกับธรรมชาติของเนื้อหา ความสมดุลในการออกแบบสื่อทัศนศิลป์ในนิทรรศการเป็นการถ่วงดุลขององค์ประกอบต่าง ๆ ให้ความรู้สึกว่ามีปริมาณ ขนาดหรือน้ำหนักของแต่ละด้านเท่าเทียมกัน

2.1 ประเภทของความสมดุล ความสมดุลในงานออกแบบแบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ

2.1.1 ความสมดุลแบบสมมาตร คือความสมดุลที่มีลักษณะซ้าย – ขวาเท่ากัน ได้ซึ่งเกิดจาก การจัดวางองค์ประกอบต่าง ๆ ให้มีปริมาณขนาดน้ำหนักเท่า ๆ กันทั้งซ้าย ทั้งขวา เมื่อแบ่งครึ่งด้วย เส้นแกนสมมุติแนวตั้ง ความสมดุลลักษณะนี้ให้ความรู้สึก นิ่งเฉย มั่นคง แน่นอน จริงจัง มีระเบียบวินัย ดังนั้นจึงมักจะใช้กับเนื้อหาที่เกี่ยวกับงานราชการ เรื่องราวทางศาสนา การเมือง การปกครอง

2.1.2 ความสมดุลแบบอสมมาตร คือความสมดุลที่มีลักษณะการจัดองค์ประกอบซ้าย – ขวา ไม่เท่ากัน ไม่คำนึงถึงความเท่าเทียมของขนาดและปริมาณ แต่คำนึงถึงน้ำหนักที่ถ่วงดุลกันเป็นสำคัญ ตัวอย่างเช่น ด้านซ้ายของภาพอาจมีรูปลูกแมว 3 ตัว ด้านขวามีรูปแม่แมวตัวเดียว ทำให้ทั้งสองด้าน ถ่วงดุลน้ำหนักซึ่งกันและกันได้ ความรู้สึกแบบอสมมาตรให้ความรู้สึกเคลื่อนไหว ไม่นิ่งเฉย ตื่นเต้น เนื้อหาที่มีลักษณะอิสระเป็นกันเองยืดหยุ่นได้ ไม่เคร่งเครียดมากนัก สนุกสนาน ผ่อนคลาย ความสมดุลแบบอสมมาตรจึงค่อนข้างเป็นที่นิยมอย่างกว้างขวาง เพราะเป็นแสดงออกถึงความคิดรสร้าง สรรค์ มีอิสระ และท้าทายในการออกแบบ

2.2 ความสมดุลของสี สีเป็นสิ่งเร้าที่มีอิทธิพลต่อการรับรู้โดยตรง สามารถถ่วงน้ำหนักให้เกิดความสมดุลได้ทั้งแบบสมมาตรและแบบอสมมาตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 ความสมดุลของรูปร่าง สิ่งเร้าที่มีรูปร่างต่างกันจะสามารถกระตุ้นให้รู้สึกถึงความสมดุลได้ทั้งแบบสมมาตรและอสมมาตร

2.4 ความสมดุลของน้ำหนักหรือความเข้มของสี

2.5 ความสมดุลของพื้นผิว พื้นผิวของวัตถุที่มีลักษณะแตกต่างกันจะสามารถก่อให้เกิดความสมดุลได้ทั้งแบบสมมาตรและแบบอสมมาตร

2.6 ความสมดุลของตำแหน่งและทิศทาง การจัดวางองค์ประกอบที่เป็นจุดเด่นในตำแหน่งหรือทิศทางของสายตาจะสามารถถ่วงดุลกับส่วนประกอบอื่นๆที่มีปริมาณมากกว่าได้ และก่อให้เกิดความสมดุลได้ทั้งแบบสมมาตรและแบบอสมมาตร

3. การเน้น

การเน้น (emphasis) เป็นการเลือกย้ำทำให้ส่วนใดส่วนหนึ่งของสิ่งเร้าให้มีความเข้มโดดเด่นกว่าองค์ประกอบอื่น ๆ ช่วยกระตุ้นให้ผู้ชมเกิดการรับรู้นิทรรศการได้มากกว่าสิ่งแวดล้อมทั่วไป ทำให้ผู้ชมรับรู้จุดที่เน้นได้ชัดเจนกว่าส่วนอื่นที่มีลักษณะเป็นปกติธรรมดา การเน้นให้เกิดจุดเด่นอาจต้องอาศัยองค์ประกอบศิลป์ ได้แก่ สี แสงเงา พื้นผิว รูปร่าง รูปทรง ซึ่งแต่ละองค์ประกอบมีวิธีเน้นได้หลายวิธี

3.1 การเน้นด้วยการตัดกัน หมายถึง การจัดองค์ประกอบสำคัญของแต่ละส่วนให้มีความเข้มต่างกันไปในทิศทางตรงกันข้ามจะสามารถดึงดูดความสนใจได้ดีขึ้น

3.2 การเน้นด้วยการแยกตัวออกไป หมายถึง การจัดองค์ประกอบอย่างใดอย่างหนึ่งแยกตัวออกไปจากกลุ่มองค์ประกอบส่วนใหญ่ซึ่งรวมตัวกันอยู่เป็นอันหนึ่งอันเดียวกัน องค์ประกอบที่แยกตัวออกไปจะกลายเป็นจุดเด่น สามารถเน้นให้เกิดความสนใจได้มากขึ้นเนื่องจากได้รับการสนับสนุนจากองค์ประกอบที่รวมตัวกัน

3.3 การเน้นเนื้อหาโดยรวม การจัดนิทรรศการโดยเน้นเนื้อหาภาพรวมทั้งหมด ไม่มีการเน้นจุดใดจุด หนึ่งเป็นจุดสนใจโดยเฉพาะ เนื่องจากองค์ประกอบทุกอย่างถูกจัดให้มีคุณค่าต่อการรับรู้และการเรียนรู้พอ ๆ กัน เป็นการสร้างความคิดรวบยอด (concept) ของนิทรรศการให้เด่นชัดครอบคลุมเนื้อหาทั้งหมด การเน้นลักษณะนี้จะช่วยให้เนื้อหาของนิทรรศการมีความเป็นอันหนึ่งเดียวกันหรือมี เอกภาพ ไม่มีส่วนใดแปลกแยกไปจากส่วนรวม

3.4 การเน้นให้เกิดจังหวะ คำว่า “จังหวะ” หมายถึงตำแหน่งของสิ่งเร้าที่ถูกจัดวางเป็นระยะ ๆ อาจถี่หรือห่างมีทิศทางเดียวกันหรือหลายทิศทาง ขนาดเดียวกันหรือแตกต่างกันหลายขนาด เป็นต้น การจัดองค์ประกอบที่มีลักษณะเดียวกันให้อยู่ในแนวเดียวกันอย่างเป็นระเบียบจะทำให้รู้สึกจริงจัง เคร่งเครียดไม่เป็นกันเอง แต่ถ้ากำหนดให้องค์ประกอบอย่างใดอย่างหนึ่งให้มีลักษณะผิดปกติหรือแปลกไปจากส่วนอื่น ๆ โดยการเปลี่ยนแปลงสี ขนาด รูปร่าง ทิศทางหรือตำแหน่งพื้นผิว ก็จะทำให้ผลงานนั้นมีจังหวะที่น่าสนใจมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 การเน้นโดยการจัดวางตำแหน่ง การจัดองค์ประกอบให้อยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสมและทำให้น่าสนใจด้วยเส้น สี รูปร่าง รูปทรง พื้นผิว เช่น การวางตำแหน่งให้มีทิศทางคล้อยตามกัน การวางตำแหน่งให้อยู่ตรงจุดรวมเส้นรัศมีการวางตำแหน่งโดยใช้เส้นนำสายตาไปยังส่วนสำคัญของภาพ

<u>เส้นทางการเข้าชม</u>

เป็นการกำหนดเส้นทางสำหรับผู้ชมในนิทรรศการว่าต้องการเริ่มต้นและดำเนินไปอย่างไร และจบลงอย่างไร จะเป็นไปตามวัตถุประสงค์และขั้นตอนในการดำเนินเรื่องของแต่ละนิทรรศการซึ่งแตกต่างกันออกไป สามารถแบ่งได้ออกเป็น

1.เส้นทางการเดินทางเดียว

การกำหนดเส้นทางเดินแบบตายตัว เป็นการกำหนดให้เดินจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งตามลำดับจนกระทั่งจบนิทรรศการ ซึ่งหากไม่มีทางอื่นให้เลือกเดิน และมีผู้ชมจำนวนมากเต็มพื้นที่จนเกิดความรู้สึกอึดอัดผู้ชมจะละโอกาสที่จะรอชมนิทรรศการ และเดินออกไปหาทางออกอย่างรวดเร็วแต่สามารถสร้างความรู้สึกและอารมณ์ให้แก่ผู้ชมได้อย่างต่อเนื่องก่อให้เกิดความทรงจำที่น่าประทับใจ หากเลือกใช้อย่างเหมาะสม กับเนื้อเรื่องและพื้นที่

2.เส้นทางการเดินแบบกว้าง

การกำหนดเส้นทางการเดินที่เปิดโอกาสให้ผู้ชมสามารถมองเห็นองค์ประกอบของนิทรรศการทั้งหมดในคราวเดียว เช่นเดียวกับการจัดพื้นที่พิพิธภัณฑ์ศิลปะทั่วๆไป ที่จะจัดแสดงงานศิลปะชิดกับผนังห้อง เว้นช่องว่างในส่วนกลาง แต่อาจขาดการกระตุ้นให้ผู้ชมเกิดความสนใจ และทำให้ยากต่อการสร้างความต่อเนื่องของเนื้อหา ในแต่ละส่วนเข้าด้วยกัน

3.เส้นทางการเดินแบบวงกลม

การกำหนดเส้นทางเดินที่กำหนดเข้าออกเป็นทางเดียวกันกับบริเวณส่วนกลางของพื้นที่ เพื่อให้ผู้ชมได้เข้าไปเดินวนโดยรอบและย้อนกลับมายังทางออกซึ่งเป็นจุดเดียวกับทางเข้า ทำให้ง่ายต่อการสร้างความต่อเนื่องของเนื้อหาเป็นตอนๆ พร้อมทั้งสามารถกำหนดจุดสนใจของเรื่องได้อย่างชัดเจน

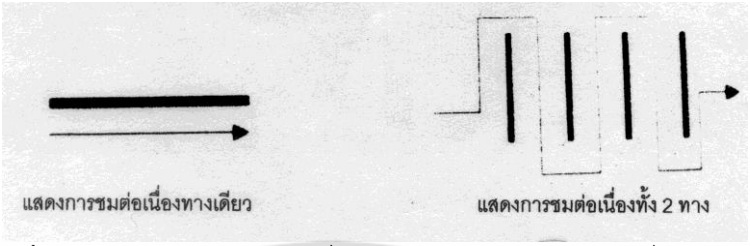
4.เส้นทางการเดินแบบอิสระ

การกำหนดเส้นทางเดินแบบไม่ตายตัว เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้ชมเลือกเดินได้อย่างอิสระ โดยการจัดกลุ่มของเนื้อหาที่แตกต่างกันในแต่ละส่วนของพื้นที่นิทรรศการ โดยแต่ละพื้นที่ที่มีจุดสนใจของตนเองเฉพาะเรื่อง ผู้ชมไม่จำเป็นต้องเดินตามลำดับเพราะไม่มีการกำหนดไว้ก่อน สามารถที่จะค้นหาและสำรวจในสิ่งที่ตนสนใจและเห็นภาพรวมของเนื้อหาทั้งหมดได้จากการรวมเนื้อหาของแต่ละส่วนเข้าด้วยกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

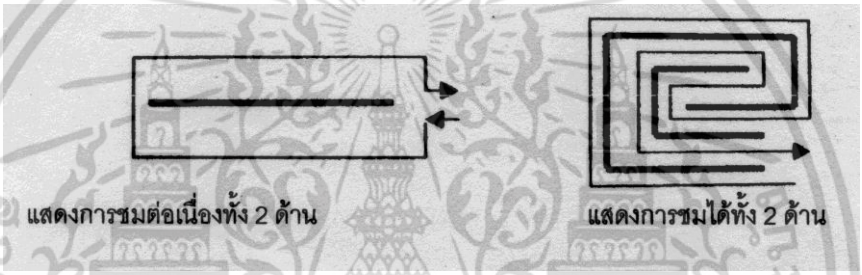
การกำหนดเส้นทางนำไปสู่สิ่งแสดง

1.เส้นทางการเดินที่ถูกกำหนดแน่นอนสังเกต หรือพิจารณาจากการจัดลำดับของสิ่งของที่จัดแสดงโดยมีทางเข้าและทางออกแยกออกจากกัน



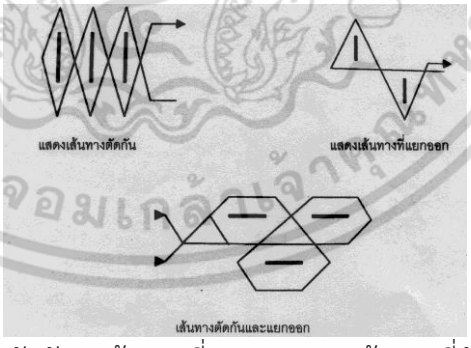

**รูปที่2.1** ภาพแสดงการชมต่อเนื่องทางเดียว และการชมต่อเนื่อง 2 ทาง

2.เส้นทางที่มีการกำหนดชัดเจนแน่นอน มีทางเข้าทางออกทางเดียว




**รูปที่2.2** ภาพแสดงการชมต่อเนื่องทั้ง 2 ด้าน และการชมได้ทั้ง 2 ด้าน

3.เส้นทางที่ไม่สามารถกำหนดได้แน่นอน มีทางเข้า-ออกชิดกัน




**รูปที่2.3** แสดงเส้นทางแบบตัดกัน , เส้นทางที่แยกออกและเส้นทางที่ตัดกันและแยกออก

การจัดกลุ่มห้องแสดง

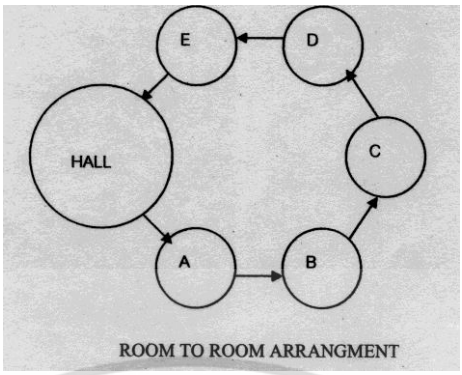
การจัดกลุ่มห้องแสดงสามารถแบ่งได้เป็น 4 ลักษณะ คือ

1. ROOM TO ROOM ARRANGMENT เป็นการจัดแสดงที่ให้ผู้ชมเดินเรื่อยๆโดยไม่ต้องย้อนกลับ ทำให้ชมได้ทั่วถึงตามลำดับอาจจะใช้ห้องใหญ่ห้องหนึ่งแล้วกั้นเป็นส่วนๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อดี เป็นการจัดที่ประหยัดเนื้อที่

ข้อเสีย ถ้าใช้ในพิพิธภัณฑ์ขนาดใหญ่ๆเมื่อทำการปิดห้องหนึ่งจะมีผลกระทบ



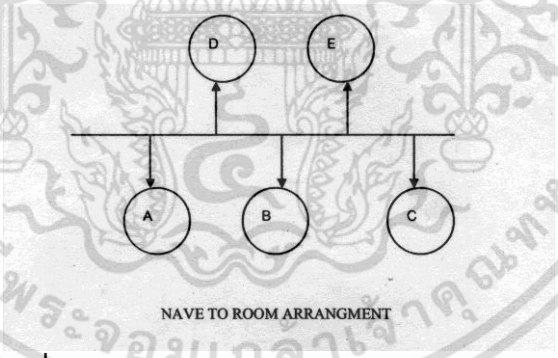

**รูปที่ 2.4** ROOM TO ROOM ARRANGMENT

2.CORRIDOR TO ROOM ARRANGMENT

การจัดกลุ่มห้องแสดงลักษณะนี้มีลักษณะเป็นทางเดินย่อย แล้วมีทางแยกออกไปยังห้องแสดงส่วนต่างๆแต่ละห้อง มีทางออก ทางเข้า โดยไม่ต้องผ่านห้องอื่น และส่วนทางเดินอาจใช้เป็นที่แสดงภาพได้อีกด้วย

ข้อดี ผู้ชมสามารถเลือกชมได้ในห้องแสดงห้องใดห้องหนึ่ง

ข้อเสีย การแสดงไม่ติดต่อกันเป็นการขัดจังหวะการแสดงและเสียพื้นที่ทางเดิน หากผู้ชมเกิดความเบื่อหน่ายก็เดินผ่านห้องจัดแสดงไป ทำให้รับรายละเอียดไม่ครบ

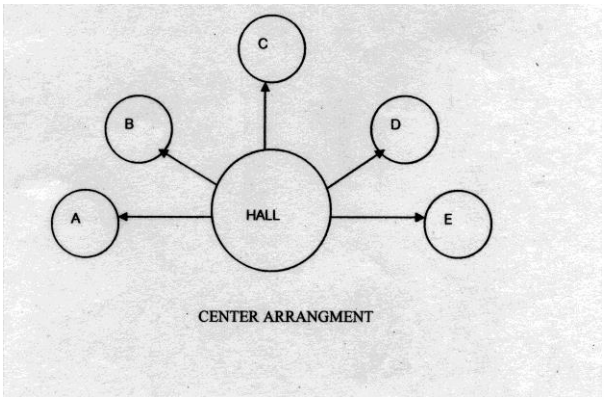



**รูปที่ 2.5** CORRIDOR TO ROOM ARRANGMENT

3 .CENTER ARRANGEMENT

เป็นการรวมเอาระบบการจัดทั้ง 3 ลักษณะเข้าด้วยกัน มีห้องโถงกลางเป็นตัวกลางแยกสู่ห้องต่างๆ แต่ละห้องสามารถติดต่อถึงกันได้ เมื่อเปิดห้องใดห้องหนึ่งก็สามารถใช้ COURT หรือ HALL เป็นจุดจ่ายไปยังห้องแสดงต่างๆได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**รูปที่ 2.6** CENTER ARRANGEMENT

การจัดแสดงที่ควรคำนึงถึงความปลอดภัย บางครั้งในการวางผังภายในห้องจัดแสดงก็ต้องคำนึงถึงความปลอดภัย การจัดวางแผน (Panel) หรือ ตู้แสดง (Display) ก็ดีควรจัดให้ง่ายต่อการดูและควบคุมของเจ้าหน้าที่ ไม่ควรหลบมุม ทั้งนี้เพื่อความปลอดภัยของวัตถุที่จัดแสดง

<u>การเลือกวัตถุที่จะนำมาจัดแสดง</u>

การเลือกใช้ของจริงในการจัดนิทรรศการ ผู้จัดควรตัดสินใจตามความเหมาะสม เพราะการนำของจริงมาสื่อความหมายประโยชน์ได้รับ คือ ทราบถึงขนาดรูปร่าง ขนาดเสียง น้ำหนัก ผิว กลิ่น ของวัตถุนั้นอย่างไม่ต้องจินตนาการ แต่ต้องคำนึงถึงเรื่องความปลอดภัยและเรื่องของงบประมาณเป็นสำคัญด้วย

**-หุ่นจำลอง** ให้เมื่อต้องการแสดงอาคารสถานที่ตึกรามบ้านช่อง หรือวิธีการตกแต่งบางสิ่งบางอย่างที่นำของจริงมาใช้แสดงไม่ได้ ทั้งนี้แล้วแต่ความสะดวกและความมุ่งหมายของเรื่อง เพราะสามารถเน้นได้ดีกว่าคมชัดมากกว่า อีกทั้งยังเก็บรักษาได้คงทนถาวรกว่าของจริง

**-รูปภาพ** นับเป็นสื่อการจัดแสดงที่ประหยัดที่สุด แต่ควรหาภาพที่คมชัดและสื่อความหมายได้มากการวางแผนเกี่ยวกับวัตถุจัดแสดง

วัสดุที่ใช้ในการจัดทำนิทรรศการ ซึ่งมีราคาถูก สะดวกสร้างและประกอบง่าย ได้แก่ ไม้ตระกูล ฉำฉา ไม้อัด หรือแผงกระดาษตัดผสม ซึ่งโรงเรียน พิพิธภัณฑ์ ห้องสมุดชอบใช้วัสดุพวกนี้ จัดเป็นนิทรรศการแบบชั่วคราวและแบบเคลื่อนที่ เพราะสะดวกและราคาถูก

นิทรรศการแบบชั่วคราวถ้ามีไม่บ่อยนักผู้จัดอาจลงทุนออกแบบติดตั้งและจัดแสดงใหม่ทั้งหมด จะดีกว่าการใช้ของเดิม ยิ่งในสถาบันเล็กที่มีพื้นที่น้อย ยิ่งมีปัญหาเรื่องสถานที่เก็บของไม่เหมาะสมทำให้อุปกรณ์ที่ใช้ในการจัดนิทรรศการแบบชั่วคราวเสียหาย ดังนั้นถ้าเป็นไปได้ควรใช้ของใหม่เลย เพื่อหลักเลี่ยงปัญหา ทั้งนิ้มได้หมายความว่าต้องใช้ของใหม่หมด แต่ให้พิจารณาตามความเหมาะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัจจุบันไทยมีแต่พิพิธภัณฑ์หุ่นยนต์ เช่น พิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์แห่งชาติ พิพิธภัณฑ์หุ่นเหล็ก ยังขาดศูนย์การเรียนรู้ที่เน้นให้ความรู้และทดลองหุ่นยนต์โดยตรง

### 2.1.3 ข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับห้องปฏิบัติการค้นคว้าและวิจัย

ห้องปฏิบัติการ เป็นสถานที่ให้เงื่อนไขการควบคุมซึ่งในทางวิทยาศาสตร์การวิจัยหรือเทคโนโลยีการทดลองและการวัดอาจ จะดำเนินการ

ห้องปฏิบัติการที่ใช้สำหรับการวิจัยทางวิทยาศาสตร์หลายรูปแบบเพราะความแตกต่างกันความต้องการของผู้เชี่ยวชาญในสาขาต่างๆของวิทยาศาสตร์และวิศวกรรม ฟิสิกส์ห้องปฏิบัติการอาจมีเครื่องเร่งอนุภาคหรือสุญญากาศในห้องขณะที่โลหะในห้องปฏิบัติการจะมีเครื่องมือในการหล่อหรือการกลั่นโลหะหรือของพวกเขาสำหรับการทดสอบความแข็งแรงเคมีหรือชีววิทยาอาจใช้ห้องปฏิบัติการเปียกในขณะที่นักจิตวิทยาของห้องปฏิบัติการอาจจะเป็นห้องที่มีกระจกทางเดียวและกล้องที่ซ่อนอยู่ในการที่จะสังเกตพฤติกรรม ในห้องปฏิบัติการบางอย่างเช่นผู้ที่ใช้กันทั่วไปโดยนักวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์, คอมพิวเตอร์ (บางครั้งซูเปอร์คอมพิวเตอร์) จะใช้สำหรับการจำลองหรือการวิเคราะห์ของข้อมูลที่เก็บรวบรวมไว้ในที่อื่น นักวิทยาศาสตร์ในสาขาอื่น ๆ จะยังคงใช้รูปแบบอื่น ๆ ของห้องปฏิบัติการ. วิศวกรใช้ห้องปฏิบัติการเช่นกันที่จะออกแบบสร้างและทดสอบอุปกรณ์เทคโนโลยี

ห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ที่สามารถพบได้ในโรงเรียนและมหาวิทยาลัยในอุตสาหกรรมในรัฐบาลหรือทหารสิ่งอำนวยความสะดวกและแม้กระทั่งบนเรือและยานอวกาศ

<u>อุปกรณ์</u>

อุปกรณ์ห้องปฏิบัติการหมายถึงเครื่องมือต่างๆและอุปกรณ์ที่ใช้โดยนักวิทยาศาสตร์ที่ทำงานในห้องปฏิบัติการ เหล่านี้รวมถึงเครื่องมือเช่นเตาเผาและกล้องจุลทรรศน์รวมทั้งอุปกรณ์พิเศษเช่นห้องผ่าตัดปรับอากาศ, สเปกและ calorimeters อีกประเภทที่สำคัญของอุปกรณ์ห้องปฏิบัติการเป็นห้องปฏิบัติการเครื่องแก้วเช่นถ้วยแก้วหรือขวดน้ำยาหรือแม้กระทั่งเครื่องวัดอุณหภูมิ

อุปกรณ์ห้องปฏิบัติการโดยทั่วไปจะใช้อย่างใดอย่างหนึ่งดำเนินการทดลองหรือจะใช้การวัดและรวบรวมข้อมูล อุปกรณ์ขนาดใหญ่หรือมีความซับซ้อนมากขึ้นเป็นสิ่งที่เรียกว่าโดยทั่วไปเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ ทั้งอุปกรณ์ห้องปฏิบัติการและเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นจะถูกออกแบบและร่วมกันโดยใช้ฮาร์ดแวร์เปิดหลักการห้องปฏิบัติการที่มาเปิดใช้โอเพนซอร์สฮาร์ดแวร์ทางวิทยาศาสตร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความปลอดภัย

ในห้องปฏิบัติการบางเงื่อนไขที่ไม่เป็นอันตรายมากขึ้นกว่าในห้องอื่น ๆ ในห้องปฏิบัติการจำนวนมาก แต่อันตรายที่มีอยู่ อันตรายจากห้องปฏิบัติการจะแตกต่างกันเป็นเรื่องของการศึกษาในห้องปฏิบัติการและอาจจะรวมถึงสารพิษ; ติดเชื้อ; ไวไฟ, ระเบิดหรือสารกัมมันตรังสีวัสดุ ย้ายเครื่องจักร; มากอุณหภูมิ; เลเซอร์แข็งแรงสนามแม่เหล็กหรือไฟฟ้าแรงสูง ในห้องปฏิบัติการที่มีสภาพที่เป็นอันตรายอาจจะมีอยู่, ความปลอดภัยข้อควรระวังที่มีความสำคัญ กฎที่มีอยู่เพื่อลดความเสี่ยงของแต่ละบุคคลและอุปกรณ์ความปลอดภัยที่จะใช้ในการปกป้องผู้ใช้ในห้องปฏิบัติการจากการบาดเจ็บหรือเพื่อช่วยในการตอบสนองต่อเหตุฉุกเฉิน

ความปลอดภัยและอาชีวอนามัยการบริหาร (OSHA) ในประเทศสหรัฐอเมริกาตระหนักถึงลักษณะเฉพาะของสถานที่ทำงานในห้องปฏิบัติการที่ได้มาตรฐานเหมาะสำหรับการเปิดรับการประกอบอาชีพต่อสารเคมีที่เป็นอันตรายในห้องปฏิบัติการ มาตรฐานนี้มักจะเรียกว่า "มาตรฐานห้องปฏิบัติการ" ภายใต้มาตรฐานนี้ห้องปฏิบัติการที่จำเป็นในการผลิตที่มีสุขอนามัยเคมีแผน (CHP) ที่อยู่ที่เฉพาะอันตรายที่พบในสถานที่และวิธีการในการให้พวกเขา

ในการพิจารณาแผนสุขอนามัยทางเคมีที่เหมาะสมสำหรับธุรกิจเฉพาะหรือในห้องปฏิบัติการก็เป็นสิ่งจำเป็นที่จะเข้าใจความต้องการของมาตรฐานการประเมินผลของความปลอดภัยในปัจจุบันสุขภาพและการปฏิบัติด้านสิ่งแวดล้อมและการประเมินอันตรายที่ CHP ที่จะต้องได้รับการตรวจสอบเป็นประจำทุกปี หลายโรงเรียนและธุรกิจการจ้างงานความปลอดภัยอาชีวอนามัยและผู้เชี่ยวชาญด้านสิ่งแวดล้อมเช่นเจ้าหน้าที่สุขอนามัยทางเคมี (CHO) เพื่อพัฒนาจัดการและประเมิน CHP ของพวกเขา นอกจากนี้การตรวจสอบบุคคลที่สามนอกจากนี้ยังจะใช้เพื่อให้วัตถุประสงค์ "มุมมองออกไปข้างนอก" ซึ่งมีรูปลักษณ์ใหม่ที่พื้นที่และปัญหาที่อาจจะได้รับอนุญาตหรือมองข้ามเนื่องจากนิสัย

การตรวจสอบและการตรวจสอบเช่นนี้ยังมีการดำเนินการเป็นประจำในการประเมินอันตรายที่เกิดจากการจัดการสารเคมีและการเก็บรักษาอุปกรณ์ไฟฟ้า, biohazards, การจัดการของเสียอันตราย, ขยะสารเคมีทำความสะอาดและเตรียมความพร้อมฉุกเฉิน, ความปลอดภัยทางรังสี, การระบายอากาศเช่นเดียวกับการทดสอบทางเดินหายใจและอากาศภายในอาคาร คุณภาพ เป็นองค์ประกอบสำคัญของการตรวจสอบดังกล่าวเป็นความคิดเห็นของปฏิบัติตามกฎระเบียบและการฝึกอบรมของบุคคลที่มีการเข้าถึงและ / หรือการทำงานในห้องปฏิบัติการ การฝึกอบรมมีความสำคัญต่อการทำงานที่ปลอดภัยอย่างต่อเนื่องของสิ่งอำนวยความสะดวกในห้องปฏิบัติการ การศึกษาบุคลากรและการจัดการจะต้องมีส่วนร่วมในการทำงานเพื่อลดโอกาสของการเกิดอุบัติเหตุการบาดเจ็บและการดำเนินคดีที่อาจเกิดขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความพยายามที่จะทำเพื่อให้แน่ใจว่าวิดีโอความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการมีทั้งที่เกี่ยวข้องและมีส่วนร่วม

### 2.1.4 ข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับห้องอาหารและระบบบริการ

ระบบการบริการอาหาร เป็นระบบหนึ่งที่สำคัญของโครงการ เพราะนอกจากจะเป็นที่สำหรับบริการอาหารให้แก่คนที่เข้ามาใช้โครงการแล้ว ยังสามารถทำให้เป็นจุดนัดพบหรือสถานที่ผ่อนคลายหลังจากเดินชมงานจนเกิดความเมื่อยล้า เป็นต้น ซึ่งระบบการบริการอาหารสามารถแบ่งออกเป็น 3 ประเภทดังนี้

- แบบจัดเป็นร้านอาหาร คือ การจัดแบ่งบริเวณจำหน่ายอาหารภายในห้องอาหารออกเป็นร้าน ๆ จะมีบริเวณประกอบอาหาร และบริเวณขายอาหารของตนเอง การให้บริการอาหารโดยวิธีสั่งอาหารและจะมีคนมาบริการให้ถึงที่

- แบบจัดเป็นช่อง ๆ เป็นการจัดแบ่งบริเวณจำหน่ายอาหารภายในห้องอาหารออกเป็นช่อง ๆ ซึ่งอาหารที่จะจำหน่ายจะเป็นอาหารที่ทำสำเร็จแล้ว อาจมีส่วนประกอบของอาหารที่ขายอยู่ข้างหลัง การใช้บริการในระบบนี้ผู้ใช้บริการจะต้องช่วยเหลือตัวเอง โดยไม่มีบริการอาหารส่งถึงโต๊ะ
- แบบจัดเป็นคาเฟเตเรีย เป็นระบบบริการอาหาร โดยให้ทุกคนบริการตนเอง โดยจัดเป็นเคาเตอร์จำหน่ายอาหาร โดยจะมีการประกอบอาหารอยู่หลังเคาเตอร์

องค์ประกอบของร้านอาหาร ได้แก่

- พื้นที่รับประทานอาหาร(Dining Area)
- ห้องน้ำ-ส้วมบริการ สำหรับลูกค้า(Public Toilets)
- ส่วนเก็บเงิน (Cashier)
- ห้องครัว(Kitchen)
- ห้องเปลี่ยนเครื่องแต่งกายพนักงาน(Locker Room)
- ห้องผู้จัดการ (Manager Room)ห้องน้ำห้องส้วมพนักงาน(Staff Toilets)

การจัดร้านอาหารสิ่งที่ต้องคำนึงถึงในการจัดร้านอาหารได้แก่

- การวางผังความสัมพันธ์ระหว่างโต๊ะอาหาร เคาน์เตอร์ ครัว และเนื้อที่ใช้สอยอื่นๆ

- ตำแหน่งทางเข้าออกและประตูเพื่อความสะดวกของลูกค้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ตำแหน่งทางเข้าออกของService รวมถึงStorage ของทางร้านอาหารที่ต้องสัมพันธ์กับส่วนสอนทำอาหารเพราะมีการใช้Storageร่วมกัน

- วัสดุที่ใช้ในการตกแต่งโดยเฉพาะวัสดุที่ใช้ปูพื้น

- การออกแบบวิธีการจัดโต๊ะเก้าอี้ และเครื่องเรือนชนิดอื่นๆ

- การให้แสงสว่างในส่วนต่างๆ

- ระบบการระบายอากาศและกลิ่นอาหาร

เครื่องเรือนในส่วนของร้านอาหาร มี อยู่ 4 ประเภท คือ

1.เคาน์เตอร์บาร์

2.โต๊ะตายและเครื่องเรือนติดผนัง

3.โต๊ะลอยตัว

4.โต๊ะอาหารชนิดที่ปรับได้สามารถนำมาปรับให้เหมาะกับจำนวนลูกค้า

เคาน์เตอร์นี้มักจะใช้ร่วมกับโต๊ะที่แยกออกต่างหาก เพิ่มลูกค้าที่มากันเป็นกลุ่มใหญ่ในจำนวนที่แตกต่างกันเลือกที่นั่งได้ ส่วนสตูลนั้นมีหลายแบบเป็นแบบติดตายหรือลอยตัวก็ได้ เป็นแบบมีพนักพิงหรือไม่มีพนักพิงก็ได้

## 2.2 ข้อมูลเฉพาะของโครงการ

### 2.2.1 ประวัติความเป็นมาของหุ่นยนต์

หุ่นยนต์ หรือ โรบอต (robot) คือเครื่องจักรกลชนิดหนึ่ง มีลักษณะโครงสร้างและรูปร่างแตกต่างกัน หุ่นยนต์ในแต่ละประเภทจะมีหน้าที่การทำงานในด้านต่าง ๆ ตามการควบคุมโดยตรงของมนุษย์ การควบคุมระบบต่าง ๆ ในการสั่งงานระหว่างหุ่นยนต์และมนุษย์สามารถทำได้โดยทางอ้อมและอัตโนมัติ โดยทั่วไปหุ่นยนต์ถูกสร้างขึ้นเพื่อสำหรับงานที่มีความยากลำบากเช่น งานสำรวจในพื้นที่บริเวณแคบหรืองานสำรวจดวงจันทร์ดาวเคราะห์ที่ไม่มีสิ่งมีชีวิต ปัจจุบันเทคโนโลยีของหุ่นยนต์เจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็ว เริ่มเข้ามามีบทบาทกับชีวิตของมนุษย์ในด้านต่าง ๆ เช่น ด้านอุตสาหกรรมการผลิต แตกต่างจากเมื่อก่อนที่หุ่นยนต์มักถูกนำไปใช้ ในงานอุตสาหกรรมเป็นส่วนใหญ่ ปัจจุบันมีการนำหุ่นยนต์มาใช้งานมากขึ้น เช่น หุ่นยนต์ที่ใช้ในทางการแพทย์ หุ่นยนต์สำหรับงานสำรวจ หุ่นยนต์ที่ใช้งานใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อวกาศ หรือแม้แต่หุ่นยนต์ที่ถูกสร้างขึ้นเพื่อเป็นเครื่องเล่นของมนุษย์ จนกระทั่งในปัจจุบันนี้ ได้มีการพัฒนาให้หุ่นยนต์นั้นมีลักษณะที่คล้ายมนุษย์ เพื่อให้อาศัยอยู่ร่วมกันกับมนุษย์ ให้ได้ในชีวิตประจำวัน

หุ่นยนต์ถูกแบ่งออกเป็น 2 ประเภทตามลักษณะการใช้งาน คือ 1.หุ่นยนต์ชนิดที่ติดตั้งอยู่กับที่ (fixed robot) เป็นหุ่นยนต์ที่ไม่สามารถเคลื่อนที่ไปไหนได้ด้วยตัวเอง มีลักษณะเป็นแขนกล สามารถขยับและเคลื่อนไหวได้เฉพาะแต่ละข้อต่อ ภายในตัวเองเท่านั้น มักนำไปใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม เช่นโรงงานประกอบรถยนต์ 2. หุ่นยนต์ชนิดที่เคลื่อนที่ได้ (mobile robot) หุ่นยนต์ประเภทนี้จะแตกต่างจากหุ่นยนต์ที่ติดตั้งอยู่กับที่ เพราะสามารถเคลื่อนที่ไปไหนมาไหนได้ด้วยตัวเอง โดยการใช้ล้อหรือการใช้ขา ซึ่งหุ่นยนต์ประเภทนี้ปัจจุบันยังเป็นงานวิจัยที่ทำการศึกษาอยู่ภายในห้องทดลอง เพื่อพัฒนาออกมาใช้งานในรูปแบบต่าง ๆ เช่นหุ่นยนต์สำรวจดาวอังคาร ขององค์การนาซ่า

ปัจจุบันมีการพัฒนาหุ่นยนต์ให้มีลักษณะเป็นสัตว์เลี้ยงอย่างสุนัข เพื่อให้มาเป็นเพื่อนเล่นกับมนุษย์ เช่น หุ่นยนต์ IBO ของบริษัทโซนี่หรือแม้กระทั่งมีการพัฒนาหุ่นยนต์ให้สามารถเคลื่อนที่แบบสองขาได้อย่างมนุษย์ เพื่ออนาคตจะสามารถนำไปใช้ในงานที่มีความเสี่ยงต่ออันตรายแทนมนุษย์ ในประเทศไทย สถานศึกษาในระดับอุดมศึกษาหลายแห่งหรือองค์กรของภาครัฐ และเอกชน ได้เล็งเห็นถึงประโยนช์ของเทคโนโลยีหุ่นยนต์ และร่วมเป็นแรงผลักดันให้เยาว์ชนในชาติ พัฒนาองค์ความรู้ เพื่อให้ก้าวทันเทคโนโลยีของประเทศที่พัฒนาแล้ว โดยการจัดให้มีการแข่งขันหุ่นยนต์ขึ้นในประเทศไทยหลายรายการ เพื่อให้นักศึกษาได้สามารถ นำความรู้ที่เรียนมาประยุกต์ใช้งานได้ เป็นการเสริมสร้างและพัฒนาทักษะ เพื่อนำความรู้ไปพัฒนาประเทศในอนาคต

<u>ความหมาย ประวัติ และวิวัฒนาการของหุ่นยนต์</u>

หุ่นยนต์ (robot) คือ เครื่องจักรกลหรือหุ่นที่มีเครื่องกลไกอยู่ภายใน สามารถทำงานได้หลายอย่างร่วมกับมนุษย์ หรือทำงานแทนมนุษย์ และสามารถจัดลำดับแผนการทำงานก่อนหรือหลังได้

ระดับขั้นการทำงานของหุ่นยนต์สามารถจำแนกได้ ๖ ระดับ ตามเกณฑ์มาตรฐานของสมาคมหุ่นยนต์อุตสาหกรรม แห่งญี่ปุ่น (Japanese Industrial Robot Association: JIRA) ดังนี้

ระดับที่ ๑ กลไกที่ถูกควบคุมด้วยมนุษย์ (manual-handling device)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระดับที่ ๒ หุ่นยนต์ที่ทำงานตามแผนล่วงหน้าที่กำหนดไว้ โดยไม่สามารถปรับเปลี่ยนแผนงานได้ (fixed-sequence robot)

ระดับที่ ๓ หุ่นยนต์ที่ทำงานตามแผนล่วงหน้าที่กำหนดไว้ โดยสามารถปรับเปลี่ยนแผนงานได้ (variable-sequence robot)

ระดับที่ ๔ ผู้ควบคุมเป็นผู้สอนงานให้แก่หุ่นยนต์ หุ่นยนต์จะทำงานเล่นย้อนกลับ ตามที่หน่วยความจำบันทึกไว้ (playback robot)

ระดับที่ ๕ ผู้ควบคุมบันทึกข้อมูลเชิงตัวเลขการเคลื่อนที่ให้แก่หุ่นยนต์ และหุ่นยนต์สามารถทำงานได้เอง โดยไม่ต้องมีการสอนงาน (numerical control robot)

ระดับที่ ๖ หุ่นยนต์มีความฉลาด สามารถเรียนรู้สภาพแวดล้อม และตัดสินใจทำงานได้ด้วยตัวเอง (intelligent robot)

สำหรับสถาบันหุ่นยนต์แห่งสหรัฐอเมริกา (The Robotics Institute of America: RIA) จะพิจารณาเพียงระดับที่ ๓-๖ เท่านั้น จึงถือว่า เป็นหุ่นยนต์

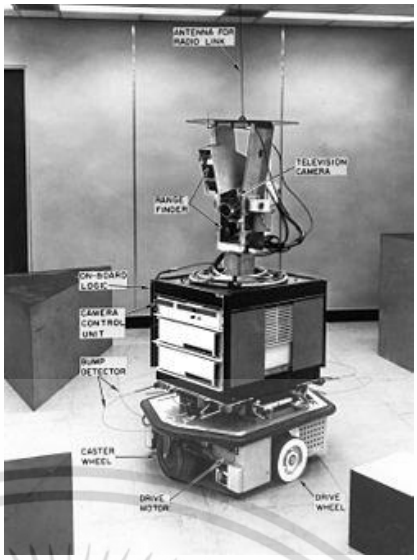
หุ่นยนต์สามารถจำแนกเป็น ๒ ประเภทใหญ่ๆ ตามลักษณะการใช้งาน คือ

๑. หุ่นยนต์ชนิดติดตั้งอยู่กับที่ (fixed robot) หุ่นยนต์ประเภทนี้มีลักษณะเป็นแขนกล ซึ่งสามารถขยับ และเคลื่อนไหวได้เฉพาะข้อต่อ นิยมใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม

๒. หุ่นยนต์ชนิดเคลื่อนที่ได้ (mobile robot) หุ่นยนต์ประเภทนี้สามารถเคลื่อนที่ไปได้ด้วยตัวเอง โดยการใช้ล้อ ขา หรือการขับเคลื่อนในรูปแบบอื่นๆ

<u>ประวัติ</u>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**รูปที่ 2.7** Shakey หุ่นยนต์เคลื่อนที่ตัวแรกด้วยเซนเซอร์

ในสมัยก่อนหุ่นยนต์เป็นเพียงจินตนาการของมนุษย์ ที่มีความต้องการได้สิ่งใดสิ่งหนึ่งเข้ามาช่วยในการผ่อนแรงจากงานที่ทำ หรือช่วยในการปฏิบัติงานที่ยากลำบากเกินขอบเขตความสามารถ และจากจินตนาการได้กลายเป็นแรงบันดาลใจให้มนุษย์ คิดประดิษฐ์สร้างสรรค์หุ่นยนต์ขึ้นมา จนกลายเป็นหุ่นยนต์หรือ Robot ในปัจจุบัน

คำว่า Robot มาจากคำว่า Robota ในภาษาเช็ก ซึ่งแปลโดยตรงว่า *การทำงานเสมือนทาส* ถือกำเนิดขึ้นจากละครเวทีเรื่อง "Rassum's Universal Robots" ในปี ค.ศ. 1920 ซึ่งเป็นบทประพันธ์ของ กาเรล ชาเปก (Karel Čapek) เนื้อหาของละครเวทีมีความเกี่ยวพันกับจินตนาการของมนุษย์ ในการใฝ่หาสิ่งใดมาช่วยในการปฏิบัติงาน การประดิษฐ์คิดค้นสร้างหุ่นยนต์จึงถือกำเนิดขึ้นเพื่อเป็นเสมือนทาสคอยรับใช้มนุษย์ การใช้ชีวิตร่วมกันระหว่างหุ่นยนต์และมนุษย์ดำเนินต่อไปจนกระทั่งหุ่นยนต์เกิดมีความคิดเช่นเดียวกันมนุษย์ การถูกกดขี่ข่มเหงเช่นทาสจากมนุษย์ทำให้หุ่นยนต์เกิดการต่อต้านไม่ยอมเป็นเบี้ยล่างอีก ซึ่งละครเวทีเรื่องนี้โด่งดังมากจนทำให้คำว่า Robot เป็นที่รู้จักทั่วโลก

ในปี ค.ศ. 1942 คำว่า robot ได้กลายเป็นจุดสนใจของคนทั่วโลกอีกครั้ง เมื่อ ไอแซค อสิมอฟ นักเขียนนวนิยายแนววิทยาศาสตร์ได้เขียนเรื่องนวนิยายสั้นเรื่อง Runaround ซึ่งได้ปรากฏคำว่า robot ในนิยายเรื่องนี้ และต่อมาได้นำมารวบรวมไว้ในนิยายวิทยาศาสตร์เรื่อง I-Robot ทำให้นักวิทยาศาสตร์ได้ทำความรู้จักกับคำว่า Robot เป็นครั้งแรกจากนวนิยายเรื่องนี้ หุ่นยนต์จึงกลายเป็นจุดสนใจและเป็นแนวคิดและจินตนาการของนักวิทยาศาสตร์ ในการคิดค้นและประดิษฐ์หุ่นยนต์ในอนาคต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สมัยโบราณการดูเวลาจะใช้นาฬิกาแดด เป็นเครื่องบ่งชี้เวลาแต่สามารถใช้ได้เพียงแค่เวลากลางวันเท่านั้น นาฬิกาทรายจะใช้บอกเวลาในเวลากลางคืน จึงได้มีการคิดค้นและประดิษฐ์เครื่องจักรกลสำหรับบอกเวลาให้แก่มนุษย์คือ นาฬิกาน้ำ *(Clepsydra)* โดย Ctesibiua of Alexandria นักฟิสิกส์ชาวกรีกในปี 250 ก่อนคริสตกาล นาฬิกาน้ำนี้ใช้บอกเวลาแทนมนุษย์ที่แต่เดิมต้องบอกเวลาจากนาฬิกาแดดและนาฬิกาทราย โดยใช้พลังงานจากการไหลของน้ำ เป็นตัวผลักทำให้กลไกของนาฬิกาน้ำทำงาน และถือเป็นเครื่องจักรเครื่องแรกที่มนุษย์สร้างขึ้นเพื่อใช้สำหรับทำงานแทนมนุษย์ และเมื่อมนุษย์ได้รู้จักและเรียนรู้เกี่ยวกับไฟฟ้า ความคิดสร้างสรรค์ในการควบคุมเครื่องจักรโดยไม่ต้องใช้กระแสไฟฟ้าก็เริ่มขึ้น Nikola Tesla เป็นบุคลแรกที่สามารถใช้คลื่นวิทยุในการควบคุมหุ่นยนต์เรือขนาดเล็กในนครนิวยอร์กในปี ค.ศ. 1898 ภายในงานแสดงผลงานทางด้านไฟฟ้า

ปี ค.ศ. 1940 - 1950 หุ่นยนต์ชื่อ Alsie the Tortoise ได้ถือกำเนิดขึ้นโดย Grey Walter หุ่นยนต์รูปเต่าสร้างจากมอเตอร์ไฟฟ้านำมาประกอบเป็นเครื่องจักร สามารถเคลื่อนที่ได้ด้วยล้อทั้ง 3 ต่อมาหุ่นยนต์ชื่อ Shakey ได้ถูกสร้างขึ้นให้สามารถเคลื่อนที่ได้เช่นเดียวกับ Alsie the Tortoise โดย Standford Research Institute:SRI แต่มีความสามารถเหนือกว่าคือมีความคิดเป็นของตนเองโดยที่ Shakey จะมีสัญญาณเซนเซอร์เป็นเครื่องบอกสัญญาณในการเคลื่อนที่ไปมา ซึ่งนอกเหนือจากหุ่นยนต์ที่สามารถเคลื่อนที่ไปมาด้วยล้อแล้ว ในปี ค.ศ. 1960 หุ่นยนต์ที่ชื่อ General Electric Walking Truck ที่สามารถเดินได้ด้วยขาก็ถือกำเนิดขึ้น มีขนาดโครงสร้างใหญ่โตและหนักถึง 3,000 ปอนด์ สามารถก้าวเดินไปด้านหน้าด้วยขาทั้ง 4 ข้างด้วยความเร็ว 4 ไมล์/ชั่วโมงโดยการใช้คอมพิวเตอร์ในการควบคุมการเคลื่อไหวของขา General Electric Walk Truck ได้รับการพัฒนาโครงสร้างและศักยภาพโดยวิศวกรประจำบริษัท General Electric ชื่อ Ralph Moser

ภายหลังจากที่หุ่นยนต์เริ่มเป็นที่รู้จักไปทั่วโลก หุ่นยนต์เริ่มเข้ามามีบทบาทความสำคัญในด้านต่าง ๆ เกี่ยวข้องสัมพันธ์กับชีวิตของมนุษย์ โรงงานอุตสาหกรรมเริ่มมีความคิดใช้หุ่นยนต์แทนแรงงานมนุษย์เดิม หุ่นยนต์ด้านอุตสาหกรรมตัวแรกที่ชื่อ Unimates ได้ถือกำเนิดขึ้นในปี ค.ศ. 1950 - 1960 โดย George Devol และ Joe Engleberger ซึ่งต่อมา Joe ได้แยกตัวออกมาจาก George โดยเปิดบริษัทสร้างหุ่นยนต์ในชื่อของ Unimation ซึ่งต่อมาผลงานในด้านหุ่นยนต์ของ Joe ได้รับสมญานามว่า "บิดาแห่งหุ่นยนต์อุตสาหกรรม"

<u>ประเภทของหุ่นยนต์</u>

ประเภทของหุ่นยนต์ สามารถแบ่งแยกได้หลากหลายรูปแบบตามลักษณะเฉพาะของการใช้งาน ได้แก่การแบ่งประเภทตามการเคลื่อนที่ นอกจากนี้อาจจำแนกตามรูปลักษณ์ภายนอกด้วยก็ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การแบ่งประเภทตามการเคลื่อนที่ได้

หุ่นยนต์ที่ติดตั้งอยู่กับที่ ไม่สามารถเคลื่อนที่ได้

หุ่นยนต์ที่ติดตั้งอยู่กับที่ สามารถเคลื่อนไหวไปมาแต่ไม่สามารถเคลื่อนที่ได้ หุ่นยนต์ในประเภทนี้ได้แก่ แขนกลของหุ่นยนต์ที่ใช้ในงานด้านอุตสาหกรรมต่าง ๆ เช่นงานด้านอุตสาหกรรมผลิตรถยนต์แขนกลของหุ่นยนต์ที่ใช้งานในด้านการแพทย์ เช่นแขนกลที่ใช้ในการผ่าตัด หุ่นยนต์ประเภทนี้จะมีลักษณะโครงสร้างที่ใหญ่โตเทอะทะและมีน้ำหนักมาก ใช้พลังงานให้สามารถเคลื่อนไหวได้จากแหล่งจ่ายพลังงานภายนอก และจะมีการกำหนดขอบเขตการเคลื่อนไหวของหุ่นยนต์เอาไว้ ทำให้หุ่นยนต์สามารถเคลื่อไหวไปมาได้ในเฉพาะที่ที่กำหนดเอาไว้เท่านั้น

หุ่นยนต์ที่สามารถเคลื่อนไหวและเคลื่อนที่ได้

หุ่นยนต์ที่สามารถเคลื่อนไหวร่างกายไปมาได้อย่างอิสระ หมายความถึง หุ่นยนต์ที่สามารถเคลื่อนย้ายตัวเองจากตำแหน่งหนึ่งไปยังอีกตำแหน่งหนึ่งได้อย่างอิสระ หรือมีการเคลื่อนที่ไปมาในสถานที่ต่าง ๆ เช่น หุ่นยนต์ที่ใช้ในการสำรวจดวงจันทร์ขององค์กรนาซ่า หุ่นยนต์สำรวจใต้พิภพหรือหุ่นยนต์ที่ใช้ในการขนถ่ายสินค้า ซึ่งหุ่นยนต์ที่สามารถเคลื่อนไหวได้นี้ ถูกออกแบบลักษณะของโครงสร้างให้มีขนาดเล็กและมีระบบเคลื่อนที่ไปมา รวมทั้งมีแหล่งจ่ายพลังสำรองภายในร่างกายของตนเอง แตกต่างจากหุ่นยนต์ที่ไม่สามารถเคลื่อนที่ไปมาได้ ซึ่งจะต้องมีแหล่งจ่ายพลังงานอยู่ภายนอก

แหล่งจ่ายพลังสำรองภายในร่างกายของหุ่นยนต์ที่สามารถเคลื่อนไหวร่างกาย และสามารถเคลื่อนที่ไปมาได้นั้น โดยปกติแล้วจะถูกออกแบบลักษณะของโครงสร้างให้มีขนาดเล็กรวมทั้งมีปริมาณน้ำหนักไม่มาก เพื่อไม่ให้เป็นอุปสรรคต่อการปฏิบัติงานของหุ่นยนต์หรืออุปสรรคในการเคลื่อนที่

การแบ่งประเภทตามลักษณะรูปร่างภายนอก

โดยทั่วไป หุ่นยนต์ยังถูกจำแนกตามลักษณะรูปลักษณ์ภายนอก และมีคำศัพท์เฉพาะเรียกต่างๆกันไป ได้แก่

1. หุ่นยนต์ฮิวแมนนอยด์ (Humanoid Robot) เป็นลักษณหุ่นยนต์ที่เหมือนกับมนุษย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. แอนดรอยด์ (Android) เป็นการเรียกหุ่นยนต์คล้ายมนุษย์ที่สามารถแสดงออกเหมือนมนุษย์ แม้ว่ารากศัพท์ภาษากรีกของคำนี้หมายถึงเพศชาย แต่การใช้ในบริบทภาษาอังกฤษมักไม่ได้มีความหมายเจาะจงว่าเป็นเพศใด

3. จีนอยส์ (Gynoid) เป็นการเรียกหุ่นยนต์คล้ายมนุษย์เพศหญิง

4. แอ็คทรอยด์ (Actriod) เป็นหุ่นยนต์ที่เลียนแบบพฤติกรรมมนุษย์ เช่น กะพริบตา หายใจ เริ่มพัฒนาโดย มหาวิทยาลัยโอซาก้าและบริษัทโคโคโระ

5. ไซบอร์ก (Cyborg) เป็นหุ่นยนต์ที่เชื่อมต่อกับสิ่งมีชีวิต หรือ ครึ่งคนครึ่งหุ่น เริ่มปรากฏครั้งแรกในเรื่องแต่งปี 1960

6. นาโนโรบอท (Nanorobot) เป็นหุ่นยนต์ขนาดเล็กมาก ขนาดประมาณ 0.5-3 ไมครอน

<u>ประโยชน์และความสามารถของหุ่นยนต์</u>

หุ่นยนต์เริ่มเข้ามามีบทบาทกับชีวิตประจำวันของมนุษย์เรื่อยมา เทคโนโลยีที่ได้รับการพัฒนาอย่างต่อเนื่องในปัจจุบัน ทำให้ความสามารถของหุ่นยนต์พัฒนาขึ้นอย่างรวดเร็ว สามารถทำงานต่าง ๆ ที่มนุษย์ไม่สามารถทำได้จำนวนมาก ซึ่งการนำหุ่นยนต์เข้าใช้งานแทนมนุษย์นั้น สามารถแบ่งประเภทตามความสามารถของหุ่นยนต์ได้ ดังนี้

<u>ความสามารถในด้านการแพทย์</u>

ในงานด้านการแพทย์ เริ่มนำเอาหุ่นยนต์แขนกลเข้ามามีส่วนร่วมในการช่วยทำการผ่าตัดคนไข้ เนื่องจากหุ่นยนต์นั้นสามารถทำงานในด้านที่มีความละเอียดสูงที่เกินกว่ามนุษย์จะทำได้ เช่น การนำเอาหุ่นยนต์มาใช้งานด้านการผ่าตัดสมอง ซึ่งมีความจำเป็นอย่างมากที่ต้องการความละเอียดในการผ่าตัด หุ่นยนต์แขนกลจึงกลายเป็นส่วนหนึ่งของการผ่าตัดในด้านการแพทย์ การทำงานของหุ่นยนต์แขนกลในการผ่าตัดจะเป็นลักษณะการทำงานของการควบคุมการผ่าตัดโดยผ่านทางแพทย์ผู้ทำการผ่าตัดอีกที ซึ่งการผ่าตัดโดยมีหุ่นยนต์แขนกลเข้ามามีส่วนร่วมนั้นจะเน้นเรื่องความปลอดภัยเป็นอย่างสูง รวมทั้งความสามารถในการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ รวมถึงงานเภสัชกรรมที่มีบางโรงพยาบาลนำหุ่นยนต์มาใช้ในการจ่ายยา

<u>ความสามารถในงานวิจัย</u>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หุ่นยนต์สามารถทำการสำรวจงานวิจัยทางด้านวิทยาศาสตร์ร่วมกับมนุษย์ เช่น การสำรวจท้องทะเลหรือมหาสมุทรที่มีความลึกเป็นอย่างมาก หรือการสำรวจบริเวณปากปล่องภูเขาไฟเพื่อเก็บบันทึกข้อมูลการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ซึ่งเป็นงานเสี่ยงอันตรายที่เกินขอบเขตความสามารถของมนุษย์ที่ไม่สามารถปฏิบัติงานสำรวจเช่นนี้ได้ ทำให้ปัจจุบันมีการพัฒนาหุ่นยนต์เพื่อใช้ในงานวิจัยและสำรวจ เพื่อให้หุ่นยนต์สามารถทนต่อสภาพแวดล้อมและสามารถทำการควบคุมหุ่นยนต์ได้ในระยะไกลด้วยระบบคอนโทรล โดยมีเซนเซอร์ติดตั้งที่ตัวหุ่นยนต์เพื่อใช้ในการวัดระยะทางและเก็บข้อมูลในส่วนต่าง ๆ ทางด้านวิทยาศาสตร์

ความสามารถในงานอุตสาหกรรม

หุ่นยนต์เริ่มมีบทบาททางด้านเทคโนโลยีอุตสาหกรรมในขณะที่งานด้านอุตสาหกรรมมีความต้องการด้านแรงงานเป็นอย่างมาก การจ้างแรงงานจำนวนมากเพื่อใช้ในงานอุตสาหกรรม ทำให้ต้นทุนการผลิตของแต่ละโรงงานอุตสาหกรรม เพิ่มจำนวนสูงขึ้น และงานอุตสาหกรรมบางงานไม่สามารถที่จะใช้แรงงานเข้าไปทำได้ ซึ่งบางงานนั้นอันตรายและมีความเสี่ยงเป็นอย่างมาก หรือเป็นงานที่ต้องการความรวดเร็วและแม่นยำในการผลิตรวมทั้งเป็นการประหยัดระยะเวลา ทำให้หุ่นยนต์กลายเป็นทางออกของงานด้านอุตสาหกรรม

ความสามารถในด้านความมั่นคง

อาจจะสร้างเครื่องบินสอดแนมผู้ก่อการร้าย โดยติดตั้งเรดาร์คอยตรวจจับเหตุที่อาจไม่ชอบมาพากล

ความสามารถในด้านบันเทิง

หุ่นยนต์ประเภทนี้ได้รับการพัฒนาให้สามารถตอบโต้กับคนได้เสมือนเป็นเพื่อน เล่น หรือสัตว์เลี้ยง ซึ่งมีในรูปแบบของสุนัข แมว และแมลง เป็นต้น หรือกระทั่งสร้างความบันเทิงทางเพศให้กับมนุษย์ได้อีกด้วย

ความสามารถในงานครัวเรือน

ทำงานในบ้านแทนมนุษย์ อำนวยความสะดวกภายในบ้านทดแทนแรงงานมีความปลอดภัยไม่ต้องจ้างแรงงาน

**ส่วนประกอบของหุ่นยนต์**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในหุ่นยนต์หนึ่งตัวจะประกอบด้วยอุปกรณ์และชิ้นส่วนต่างๆมากมาย ซึ่งอุปกรณ์แต่ละชนิดนั้นจะมีหน้าที่แตกต่างกันไป ตามลักษณะและวัตถุประสงค์ของการใช้งาน การเลือกใช้จึงจำเป็นต้องอาศัยความรู้ความเข้าใจรวมถึงความเหมาะสม เพื่อให้หุ่นยนต์สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ รวดเร็ว คงทน และประหยัดพลังงาน

หุ่นยนต์จะแบ่งส่วนประกอบใหญ่ๆ เป็น 4 ส่วน ได้แก่

1. อุปกรณ์ทางกล แมคคานิค (mechanic)
2. อุปกรณ์ขับเร้า แอคชูเอเตอร์ (actuator)
3. อุปกรณ์ไฟฟ้า อิเลคทรอนิกส์ (electronic)
4. อุปกรณ์ควบคุม คอนโทรลเลอร์ (controller)

**1. อุปกรณ์ทางกล แมคคานิค (mechanic)** คือ ชิ้นส่วนกลไกต่างๆของหุ่นยนต์ เช่น โครงสร้าง เพลา เฟือง สกรูส่งกำลัง สายพาน โซ่ สปริง ข้อต่อสวมเพลา คลัตช์ เบรก ข้อต่อก้านต่อโยง ตลับลูกปืนและปลอกสวม

**รูปที่ 2.8** รูปโครงสร้าง

**โครงสร้าง**เป็นส่วนประกอบหลักสำคัญของหุ่นยนต์ ทำหน้าที่ยึดจับอุปกรณ์ต่างๆ ในตัวหุ่นยนต์ และยังป้องกันอุปกรณ์ต่างๆไม่ให้ได้รับอันตรายจากภายนอก โครงสร้างของหุ่นยนต์เปรียบได้กับโครงกระดูกของมนุษย์ ซึ่งจะมีลักษณะแตกต่างกันไปตามหน้าที่การทำงานและวัตถุประสงค์ของหุ่นยนต์นั้นๆ เช่นหุ่นยนต์ถูกสร้างขึ้นเพื่อลอกเลียนแบบการทำงานหรือการเคลื่อนที่ของสิ่งมีชีวิต โครงสร้างนั้นจะถูกออกแบบมาให้มีลักษณะคล้ายกับสิ่งมีชีวิตชนิดนั้นๆ วัสดุที่นิยมนำมาสร้างเป็นโครงสร้างของหุ่นยนต์ ได้แก่ อะลูมิเนียม เหล็ก พลาสติก ฯลฯ ซึ่งการจะเลือกใช้วัสดุนั้นขึ้นอยู่กับลักษณะการนำไปใช้งาน เช่น หากต้องการสร้างหุ่นที่มีน้ำหนักเบา ควรพิจารณาเลือกใช้อะลูมิเนียมเป็นวัสดุหลักเป็นต้น นอกจากนี้การเลือกใช้วัสดุควรคำนึงถึงปัจจัยอื่นๆ เช่น กระบวนการผลิตและราคาประกอบด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**รูปที่ 2.9** รูปเพลา

**เพลา (shaft)**

เพลาเป็นชิ้นส่วนที่มีลักษณะเป็นก้านทรงกระบอกที่หมุนได้ ใช้ในการส่งถ่ายกำลังจากอุปกรณ์ขับเร้า เช่นมอเตอร์ไปยังส่วนที่เคลื่อนไหวของหุ่นยนต์ เพลาเป็นชิ้นส่วนที่สำคัญมากในหุ่นยนต์ที่เคลื่อนไหวได้ทุกชนิด นอกจากเพลาแล้ว ยังมี แกน (axle) ซึ่งจะเป็นชิ้นส่วนลักษณะเดียวกันกับเพลาแต่ไม่สามารถหมุนได้ ส่วนใหญ่ทำหน้าที่รองรับชิ้นส่วนที่หมุน เช่น ล้อ เป็นต้น

**รูปที่ 2.10** รูปเฟือง

**เฟือง (gear)**

เฟืองทำหน้าที่ส่งกำลังจากเพลาหนึ่งไปยังอีกเพลาหนึ่ง โดยใช้การขบกันของฟันเฟือง ในการส่งถ่ายกำลังของเฟืองนั้นจะประกอบไปด้วยเฟืองสองตัวที่ขบกันอยู่ โดยมีเฟืองตัวขับ (driving gear) หรือพิเนียน (pinion) เป็นตัวหมุนส่งกำลังให้เฟืองตาม (driven gear)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**รูปที่ 2.11** รูปสกรูส่งกำลัง

**สกรูส่งกำลัง**

มีหน้าที่ส่งกำลังโดยเปลี่ยนจากการหมุนเป็นการเลื่อน มีอัตราการทดของเฟืองที่สูงมาก จึงสามารถใช้ในการส่งถ่ายกำลังได้ดี นิยมใช้ในงานที่ต้องแบกรับน้ำหนักมากๆ

**รูปที่ 2.12** รูปสายพาน

**สายพาน (belt)**

สายพานมีหน้าที่ส่งกำลังจากเพลาหนึ่งไปยังอีกเพลาหนึ่งเช่นเดียวกับเฟือง แต่สายพานมีคุณสมบัติเฉพาะตัว คืออ่อนตัวได้ (fexible) รับแรงกระตุกและแรงสั่นได้ดีกว่าเฟือง เสียงเบากว่า แต่ก็มีข้อเสียคืออัตราทดไม่แน่นอนเนื่องจากการไถลตัวของสายพาน (slip) และไม่สามารถรับอัตราทดที่สูงได้ การส่งกำลังด้วยสายพานทำได้โดยติดตั้งวงล้อสายพาน (pulley) ตั้งแต่สองอันขึ้นไป ซึ่งแรงในแนวสัมผัสจะถูกส่งถ่ายจากวงล้อสายพานขับไปยังวงล้อสายพานตาม โดยอาศัยความเสียดทานระหว่างสายพานและวงล้อสายพาน นอกจากนี้แล้วยังมีสายพานฟัน (timing belt) ซึ่งมีลักษณะเหมือนกับสายพานแบน แต่ที่สายพานจะมีฟันเพื่อใช้ขบกับวงล้อสายพานแบบเฟืองทำให้ไม่มีการลื่นไถล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**รูปที่ 2.13** รูปโซ่

**โซ่**

โซ่มีหน้าที่ส่งกำลังจากเพลาหนึ่งไปยังอีกเพลาหนึ่ง เช่นเดียวกับเฟืองและสายพาน ในการส่งกำลังโซ่จะคล้องอยู่รอบเฟืองโซ่ (sprocket) ตั้งแต่สองอันขึ้นไป เฟืองโซ่เป็นล้อที่มีฟันรูปร่างพิเศษเพื่อรับกับร่องของโซ่ ในการขับด้วยโซ่นั้นข้อโซ่จะขบกับฟันของเฟืองโซ่จึงไม่มีการลื่นไถล ทำให้การส่งกำลังมีอัตราทดคงที่เช่นเดียวกับการขับด้วยเฟือง แต่การติดตั้งไม่ต้องเที่ยงตรงเท่ากับเฟือง จึงเป็นที่นิยมมาก แต่ก็มีข้อเสียคือ มีเสียงดัง การติดตั้งโซ่โดยปกตินิยมติดตั้งให้แนวจุดศูนย์กลางของเฟืองโซ่ทั้งคู่อยู่ในแนวระดับ หรือทำมุมกับแนวระดับไม่เกิน 60 องศา และจะต้องให้ด้านล่างเป็นด้านหย่อน ไม่นิยมการติดตั้งให้แนวศูนย์กลางของเฟืองโซ่ทั้งคู่อยู่ในแนวดิ่ง หรือด้านบนเป็นด้านหย่อน เนื่องจากโซ่มักจะหลุดจากจานโซ่ได้ง่ายเมื่อโซ่เกิดการยืดเพียงเล็กน้อย

**รูปที่ 2.14** รูปข้อต่อ

**ข้อต่อ (joint)**

เป็นอุปกรณ์ที่ใช้เชื่อมต่อชิ้นส่วนที่เคลื่อนที่สัมพัทธ์กันของหุ่นยนต์ ซึ่งโดยทั่วไปมี ๒ ชนิด คือ ข้อต่อหมุน (rotational joint) เป็นข้อต่อที่ต่อกับชิ้นส่วนที่เคลื่อนที่ในลักษณะที่มี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การหมุนรอบข้อต่อ และข้อต่อเชิงเส้น (linear joint) เป็นข้อต่อที่ต่อกับชิ้นส่วนที่มีการเคลื่อนที่ในลักษณะเป็นเชิงเส้น เช่น เคลื่อนแบบไป-กลับ ในแนวเส้นตรงหรือโค้ง

**รูปที่ 2.15** รูปสปริง

**สปริง (spring)** สปริงเป็นชิ้นส่วนที่มีความยืดหยุ่น ทำหน้าที่ได้หลายประเภท เช่น ส่งแรงจากชิ้นส่วนหนึ่งไปยังอีกชิ้นส่วนหนึ่ง รองรับแรงกระแทก เป็นแหล่งพลังงานให้กับกลไก และทำหน้าที่ให้ชิ้นส่วนกลับคืนสู่ตำแหน่งเดิมสปริงที่นิยมใช้ในหุ่นยนต์มีดังนี้ สปริงขด (helical spring)สปริงขดแบบดึง (tensionspring)สปริงขดแบบบิด(helicaltorsionspring) สปริงแผ่น (leafspring)สปริงแหวน (conicaldiscspring)และสปริงลาน (spiral sping)

**รูปที่ 2.16** รูปข้อต่อสวมเพลา

**ข้อต่อสวมเพลา (coupling)**

ข้อต่อสวมเพลาเป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ส่งถ่ายแรงบิดระหว่างเพลาสองเพลา โดยเพลาที่ต่อกับต้นกำลังจะเป็นเพลาขับและอีกด้านหนึ่งจะเป็นเพลาตาม ข้อต่อสวมเพลาที่นิยมใช้กับหุ่นยนต์สามารถแบ่งได้ดังนี้ ข้อต่อสวมเพลาแบบแข็งเกร็ง (rigid coupling) ใช้ในการต่อเพลาที่ศูนย์ของเพลาทั้งสองตรงกัน ข้อต่อสวมเพลาแบบยืดหยุ่นได้ (flexible coupling) มีความยืดหยุ่นเล็กน้อย จึงช่วยประกอบเพลาสองเพลาที่มีการเยื้องศูนย์ได้ และยังช่วยลดการเกิดแรงกระชากหรือแรงสั่นได้อีกด้วย ข้อต่อสวมเพลานิรภัย (safety coupling) ใช้ป้องกันการเกิดการเกินภาระ (over load)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**รูปที่ 2.17** รูปคลัตช์

**คลัตช์ (clutch)**

คลัตช์เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ส่งถ่ายแรงบิดระหว่างเพลาสองเพลา เช่นเดียวกับข้อต่อสวมเพลา แต่สามารถที่จะตัดต่อกำลังในการส่งถ่ายได้ในขณะที่เพลากำลังหมุนอยู่ คลัตช์แบ่งเป็น ๒ประเภทใหญ่ๆดังนี้ คือ คลัตช์ที่ใช้แรงเสียดทานระหว่างผิวสัมผัส (friction clutch) คลัตช์ประเภทนี้จะเกิดการไถลได้ ทำให้ลดแรงกระแทกที่เกิดขึ้นที่ข้อต่อเพลาลง แต่ข้อเสียคือมีความร้อนสูง ได้แก่ คลัตช์แผ่น(disc clutch) คลัตช์ลิ่ม (cone clutch) คลัตช์ก้ามปู (shoes clutch) และคลัตช์แม่เหล็กไฟฟ้า (electro-magnetic clutch) ส่วนอีกประเภทหนึ่งคือ คลัตช์ที่ไม่ใช้ความเสียดทานระหว่างผิวสัมผัส (positive contact clutch) ได้แก่ คลัตช์ที่ใช้วิธีการล๊อคทางกลโดยตรง (direct mechanical lock-up) ข้อดีคือไม่มีการไถล ทำให้ไม่มีความร้อน ส่วนข้อเสียคือ ไม่สามารถตัดต่อเพลาที่หมุนด้วยความเร็วรอบสูงได้ และจะเกิดแรงกระแทกขึ้นทุกครั้ง

**รูปที่ 2.18** รูปเบรก

**เบรก (break)**

เบรกเป็นอุปกรณ์ควบคุมการเคลื่อนที่ของชิ้นส่วน โดยการทำให้การเคลื่อนที่ช้าลง หรือหยุดการเคลื่อนที่ของชิ้นส่วนนั้นๆ โดยใช้ความเสียดทาน (friction) ระหว่างผิวสัมผัส เบรกแบ่งออกเป็นประเภทใหญ่ๆได้ดังนี้ เบรกแผ่นคาด (band break) เบรกก้ามปู (shoe break) และเบรกแบบจาน (disc break)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**รูปที่ 2.19** รูปตลับลูกปืนและปลอกสวม

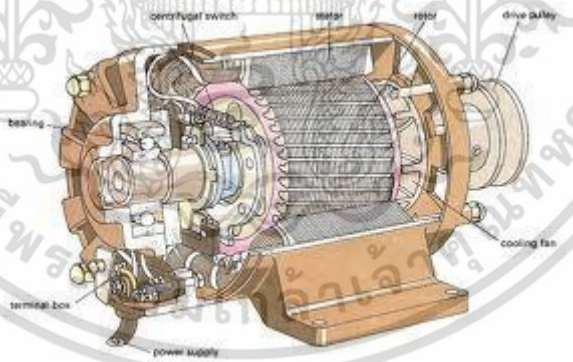
**ตลับลูกปืนและปลอกสวม (bearing and bush)**

ตลับลูกปืนและปลอกสวม ต่างก็เป็นอุปกรณ์ที่ใช้รองรับจุดหมุน หรือจุดต่างๆที่เคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ ทำหน้าที่ลดแรงเสียดทานที่เกิดจากการเคลื่อนไหวของอุปกรณ์

**ก้านต่อโยง (link)**

ก้านต่อโยงในที่นี้หมายถึงชื่อเรียกชิ้นส่วนของวัตถุที่นำมาเชื่อมต่อเพื่อสร้างการเคลื่อนไหวของหุ่นยนต์ซึ่งหากนำก้านต่อโยงหลายๆอันมาต่อรวมกันจะเรียกว่า กลไกก้านต่อโยง

**2. อุปกรณ์ขับเร้า แอคชูเอเตอร์ (actuator)** คือ อุปกรณ์ที่สามารถเปลี่ยนแปลงพลังงานไฟฟ้าที่ป้อนเข้าให้กลายเป็นการกระจัด การเคลื่อนที่ หรือแรง เช่น มอเตอร์ไฟฟ้า ระบบนิวแมติกส์ และระบบไฮโดรลิกส์



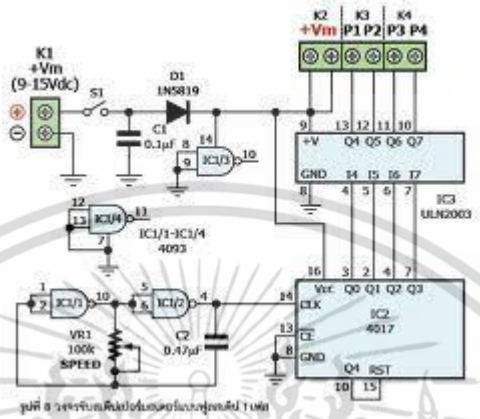

**รูปที่ 2.20** รูปมอเตอร์

**มอเตอร์ไฟฟ้า (electric motor)**

มอเตอร์ไฟฟ้า เป็นอุปกรณ์เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกล ทำหน้าที่เป็นตัวขับให้กลไกต่างๆของหุ่นยนต์เคลื่อนไหว เปรียบเสมือนกล้ามเนื้อของมนุษย์ ที่ทำหน้าที่ขับเคลื่อนอวัยวะต่างๆให้เคลื่อนไหว เช่น เมื่อต่อมอเตอร์เข้าข้อต่อ หุ่นยนต์ก็จะสามารถหมุนข้อต่อนั้นได้ หรือต่อมอเตอร์เข้ากับชุดล้อ หุ่นยนต์ก็จะสามารถขับเคลื่อนที่ได้เป็นต้น มอเตอร์ไฟฟ้าแบบหมุนต่อเนื่อง จะประกอบไปด้วย ๒ ส่วน คือ ส่วนที่อยู่กับที่ สเตเตอร์ (stator) และส่วนที่เคลื่อนที่ โรเตอร์ (rotor) มีหลักการทำงานดังนี้ กระแสไฟฟ้าที่ถูกจ่ายเข้าไปเป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พลังงานให้กับมอเตอร์ ทำให้เกิดสนามแม่เหล็กไฟฟ้าในขดลวดสเตเตอร์และขดลวดโรเตอร์ การผลักกันของสนามแม่เหล็กไฟฟ้าทั้งสอง ทำให้เพลาที่ต่ออยู่กับโรเตอร์หมุนอย่างต่อเนื่องไปเรื่อยๆ ซึ่งจะหยุดหมุนก็ต่อเมื่อมีการปิดจ่ายพลังงานไฟฟ้า หรือแรงหมุนของมอเตอร์ไม่สามารถเอาชนะภาระที่มากระทำต่อมอเตอร์ได้ (stalled)




**รูปที่** 2.21 รูปวงจรมอเตอร์แบบลำดับ

**มอเตอร์แบบลำดับขั้น หรือสเตปเปอร์มอเตอร์ (stepper motor)**

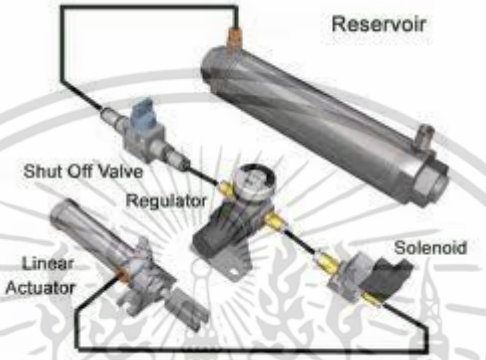
โดยทั่วไปแล้วมอเตอร์ไฟฟ้าจะมีการหมุนที่ต่อเนื่อง อาจไม่สะดวกมากนักหากต้องการสั่งการทำงานให้เคลื่อนที่เป็นองศาตามที่กำหนด มอเตอร์แบบลำดับขั้นจึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่สามารถนำไปใช้งานควบคุมทิศทางการหมุนตามตำแหน่งที่ต้องการได้ หากตำแหน่งนั้นตรงกับลำดับขั้นของมอเตอร์พอดี ลักษณะการทำงานของมอเตอร์แบบลำดับขั้น จะต้องป้อนสัญญาณพัลส์ (pulse) ให้กับขดลวดสเตเตอร์ทำให้เกิดแรงผลักที่โรเตอร์ จึงเกิดการหมุนของมอเตอร์แบบลำดับขั้น เมื่อหมุนครบ 1 รอบ เท่ากับ 360 องศา ถ้ามอเตอร์แบบลำดับขั้นมีการหมุนเท่ากับ 5 องศาต่อขั้น ดังนั้น ความละเอียดของการหมุนของมอเตอร์แบบลำดับขั้นตัวนี้เท่ากับ ๗๒ ขั้นต่อรอบ โดยทั่วไปแล้วมอเตอร์แบบลำดับขั้นถูกใช้งานอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน เพราะสามารถควบคุมการหมุนตำแหน่งใดก็ได้ เช่น หัวอ่าน ซีดีรอม (CD ROM) ฮาร์ดดิสก์ (hard disk) ตลอดจนอุตสาหกรรมผลิตต่างๆ เช่น หุ่นยนต์อุตสาหกรรม ระบบสายพาน เป็นต้น

**รูปที่** 2.22 รูปเซอร์โวมอเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**เซอร์โวมอเตอร์ (Servo motor)**

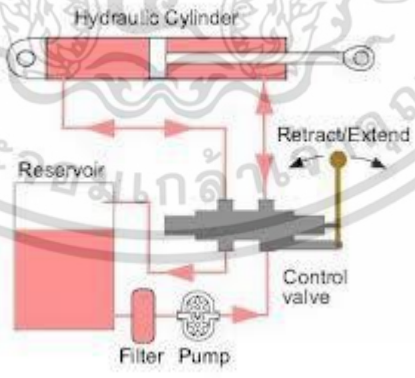
เซอร์โวมอเตอร์เป็นมอเตอร์ชนิดพิเศษที่สามารถควบคุมให้ทำงานเฉพาะตำแหน่งใดตำแหน่งหนึ่งได้ โดยที่เซอร์โวมอเตอร์จะประกอบด้วย มอเตอร์ไฟฟ้า เซ็นเซอร์จับตำแหน่งของเพลา และวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่ควบคุมมอเตอร์ เซอร์โว (servo) มาจากระบบมีความสามารถที่จะควบคุมพฤติกรรมของตัวมันเองได้ ซึ่งสามารถวัดตำแหน่งของตัวเองและชดเชยกำลังงานที่เสียไปด้วยสัญญาณควบคุมที่ป้อนกลับมา มอเตอร์ชนิดนี้นิยมใช้ในงานที่ต้องการความแม่นยำของตำแหน่งสูง




**รูปที่ 2.23** รูประบบนิวเมตริกส์

**ระบบนิวแมติกส์ (pneumatic)**

ระบบนิวแมติกส์ คือระบบกำลังของไหล โดยใช้แรงดันของอากาศ เป็นตัวขับเคลื่อนอุปกรณ์ต่างๆ ให้เป็นพลังงานกล เช่น กระบอกสูบระบบนิวแมติกส์ และ มอเตอร์ระบบนิวแมติกส์ เนื่องจากของไหลที่ใช้ในการอัดคืออากาศมีการอัดยุบตัวได้ ระบบนิวแมติกส์จึงไม่สามารถแบกรับน้ำหนักมากได้




**รูปที่ 2.24** รูประบบไฮดรอลิกส์

**ระบบไฮโดรลิกส์ (hydraulic)**

ระบบไฮโดรลิกส์ คือระบบกำลังของไหล โดยใช้แรงดันของเหลว เป็นตัวขับเคลื่อนอุปกรณ์ต่างๆ ให้เป็นพลังงานกล โดยหลักการทำงานจะคล้ายกับระบบนิวแมติกส์ แต่แตกต่างตรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของไหลที่ใช้ในการอัด เนื่องจากของไหลที่ใช้ในการอัดคือของเหลวซึ่งไม่มีการยุบตัว ระบบไฮโดรลิกส์จึงนิยมใช้ในงานที่ต้องใช้กำลังสูง

**รูปที่ 2.25** รูปแผงอิเล็กทรอนิกส์

**3. อุปกรณ์ไฟฟ้า อิเลคทรอนิกส์ (electronic)** คือ อุปกรณ์ที่ใช้สัญญาณทางระบบไฟฟ้า เช่น อุปกรณ์ตรวจรู้ วงจรขับต่างๆ และอุปกรณ์แสดงผล

**รูปที่ 2.26** รูปอุปกรณ์เซ็นเซอร์

**อุปกรณ์ตรวจรู้ เซ็นเซอร์ (Sensor)**

อุปกรณ์ตรวจรู้ใช้สำหรับตรวจวัดปริมาณของตัวแปรต่างๆ ใช้ในการรับค่า (input) ปริมาณทางฟิสิกส์ (physic) เช่น แสง สี อุณหภูมิ เสียง แรง ความดัน ความหนาแน่น ระยะทาง ความเร็ว อัตราเร่ง ระดับความสูง และอัตราการไหลเป็นต้น แล้วแปลงปริมาณทางฟิสิกส์ที่ได้เป็นสัญญาณทางไฟฟ้า หรือปริมาณการวัดในรูปแบบที่สามารถนำไปประมวลผลต่อได้

อุปกรณ์ตรวจรู้ เป็นส่วนที่สำคัญในการทำงานของหุ่นยนต์ เปรียบเสมือนกับประสาทสัมผัสในการทำงานของมนุษย์ เช่น อุปกรณ์ตรวจรู้แสงที่ทำหน้าเหมือนตา โดยเปลี่ยน แสง สี ที่รับเข้ามาเป็นสัญญาณไฟฟ้า และส่งต่อให้ระบบประมวลผล อุปกรณ์ตรวจรู้มีมากมายหลายชนิด ตามสิ่งที่จะทำการตรวจวัด เช่น อุปกรณ์ตรวจรู้วัดตำแหน่ง (position sensor) อุปกรณ์ตรวจรู้วัดความเร็ว (velocitysensorอุปกรณ์ตรวจรู้วัดความเร่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(acceleration sensor) อุปกรณ์ตรวจรู้วัดแรง (forcesensor)อุปกรณ์ตรวจรู้วัดแรงบิด (torque sensor) อุปกรณ์ตรวจรู้อินฟราเรด (infraredsensor)ใช้บอกตำแหน่งโดยการสะท้อนของคลื่นแสงที่ความถี่ต่ำกว่าแสงสีแดง อุปกรณ์ตรวจรู้อัลตร้าโซนิค (ultrasoniosensor)ใช้บอกตำแหน่งโดยการสะท้อนของคลื่นเสียงที่มีความถี่สูง เลเซอร์เรนจ์ฟายเดอร์ (laserrangefinder sensor)ใช้ในการกะระยะนำทางโดยใช้แสงเลเซอร์และอุปกรณ์ตรวจรู้จีพีเอส(GPS:Global Position System) ใช้ในการระบุตำแหน่งโดยใช้การอ้างอิงจากดาวเทียมเป็นต้น

**รูปที่ 2.27** รูประบบเอนโคดเดอร์

**เอนโคดเดอร์ (Encoder)**

เอนโคดเดอร์ เป็นอุปกรณ์ตรวจรู้รูปแบบหนึ่ง ซึ่งมีความสำคัญมากใช้ในการวัดมุมเพลาของมอเตอร์ เอนโคดเดอร์ประกอบด้วย จานหมุน และอุปกรณ์ตรวจจับ โดยจานหมุนจะมีช่องเล็กๆ เมื่อเพลาของมอเตอร์หมุนจะทำให้จานหมุนไปตัดลำแสงของอุปกรณ์ตรวจจับ ทำให้ชุดรับแสงมีการรับสัญญาณเป็นช่วงๆ จึงทำให้สัญญาณที่ได้มีลักษณะเป็นพัลส์ ซึ่งสัญญาณพัลส์ที่ได้จะแปรผันตรงกับการหมุนของเพลามอเตอร์ ซึ่งมีอยู่ 2 ชนิด คือ 1) เอนโคดเดอร์อินคริเมนต์ (incremental encoder) โดยทั่วไปเรียกว่าเอนโคดเดอร์แบบโรตารี (rotary encoder) เป็นเอนโคดเดอร์แสดงความเร็ว สัญญาณที่ได้จะเป็นสัญญาณแบบดิจิตอล (digital) ง่ายต่อการแปรผล 2) เอนโคดเดอร์แบบสัมบูรณ์ (absolute encoder) หรือโดยทั่วไปเรียกว่าโพเทนชิโอมิเตอร์ (potentiometer) โดยทั่วไปแล้วการทำงานคล้ายกับเอนโคดเดอร์แบบโรตารี แต่สัญญาณที่ได้จะเป็นเลขฐานสอง (binary) การใช้งานจะยากกว่าเอนโคดเดอร์แบบโรตารี่ แต่เอนโคดเดอร์ชนิดนี้จะให้ความเที่ยงตรงและสามารถบอกได้ทุกตำแหน่งของการเคลื่อนที่

**อุปกรณ์แสดงผล (output device )**

อุปกรณ์แสดงผล คืออุปกรณ์ที่ใช้แสดงค่า (output) สถานะต่างๆ ของหุ่นยนต์ให้มนุษย์ทราบ ซึ่งอุปกรณ์ที่ใช้แสดงผลของหุ่นยนต์มีอยู่ด้วยกันหลายรูปแบบ เช่น จอภาพ (monitor) ใช้ใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การบอกสถานะด้วยภาพ ลำโพง (speaker)ใช้ในการบอกสถานะด้วยเสียง หรือแม้แต่กระทั่งหลอดไฟ (lamp) ก็ใช้ในการบอกสถานะของหุ่นยนต์ได้เช่นกัน

**ชุดขับมอเตอร์ (motor driver)**

ชุดขับมอเตอร์เป็นส่วนสำคัญที่จะทำให้มอเตอร์เกิดการหมุน ส่วนใหญ่การทำงานของชุดขับจะเหมือนกับการทำงานของสวิทช์ที่เปิดปิดตามสัญญาณที่ชุดควบคุมส่งออกมา ใช้ในการควบคุมตำแหน่ง และความเร็วของมอเตอร์ ตัวอย่างเช่น การขับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงความเร็วในการหมุนนั้นขึ้นกับขนาดของแรงดันและกระแสที่จ่ายให้มอเตอร์ แต่แรงดันและกระแสที่ป้อนให้นั้นต้องไม่เกินค่าที่มอเตอร์สามารถรับได้ด้วย ไม่เช่นนั้นจะทำให้เกิดความร้อนขึ้นที่ตัวมอเตอร์และเกิดความเสียหายขึ้น ส่วนทิศทางการหมุนของมอเตอร์นั้นขึ้นกับขั้วของแหล่งจ่ายที่เราป้อน

**4. อุปกรณ์ควบคุม คอนโทรลเลอร์ (controller)** คือสมองกลที่ควบคุมการทำงานของหุ่นยนต์ เช่น สมองกลที่ประดิษฐ์จากอุปกรณ์อิเลคทรอนิกส์ เครื่องควบคุมขนาดเล็ก คอมพิวเตอร์ชนิดแผงวงจรสำเร็จรูป เครื่องควบคุมเชิงตรรกะที่สามารถโปรแกรมได้ และคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล

**สมองกลที่ประดิษฐ์จากอุปกรณ์อิเลคทรอนิกส์**

ความแตกต่างของหุ่นยนต์กับเครื่องจักรกลทั่วไป ก็คือหุ่นยนต์มีระดับขั้นการทำงานด้วยตัวเองสูงกว่าเครื่องจักรกล สมองกลของหุ่นยนต์เปรียบได้กับสมองของมนุษย์ ยกตัวอย่างเช่น ถ้าหากหุ่นยนต์ไม่มีสมองกลไว้สั่งการ ก็อาจจะเดินไปชนกับฝาผนังได้ ในการควบคุมหุ่นยนต์ที่ไม่มีเงื่อนไขการทำงานมากนัก สามารถใช้อุปกรณ์อิเลคทรอนิกส์พื้นฐาน เช่น ตัวต้านทาน (resistor) ตัวเก็บประจุ (capacitor) ตัวเหนี่ยวนำ (inductor) ทรานซิสเตอร์ (transistor) และตัวตรวจรู้มาประกอบกันเป็นวงจรควบคุมการทำงานของหุ่นยนต์ได้

**รูปที่ 2.28** รูประบบแผงติดไมโครคอนโทรลเลอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**เครื่องควบคุมขนาดเล็ก ไมโครคอนโทรลเลอร์ (microcontroller)**

ในหุ่นยนต์ที่มีเงื่อนไขการทำงานมากขึ้น เราจำเป็นต้องเพิ่มความสามารถให้กับสมองกลของหุ่นยนต์ เครื่องควบคุมขนาดเล็กจึงถูกคิดขึ้นมาเพื่อแทนที่วงจรอิเลคทรอนิกส์พื้นฐานดังที่กล่าวมาข้างต้น เครื่องควบคุมขนาดเล็กสามารถเปลี่ยนแปลงเงื่อนไขการทำงานได้โดยง่ายด้วยการเปลี่ยนโปรแกรมลำดับการควบคุมบนเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล เนื่องจากเครื่องควบคุมขนาดเล็กมีราคาไม่แพง ต้องการแหล่งจ่ายไฟต่ำ จึงเป็นที่นิยมใช้กันมากสำหรับการสร้างสมองกลให้กับหุ่นยนต์

**คอมพิวเตอร์ชนิดแผงวงจรสำเร็จรูป (SBC : Single Board Computer)**

คอมพิวเตอร์ชนิดแผงวงจรสำเร็จรูป เป็นเครื่องควบคุมที่มีการทำงานเหมือนกับคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล เพียงแต่ทุกอย่างจะถูกย่อลงมาอยู่ในแผงวงจรเล็กๆ เพียงแผงเดียว นิยมใช้ในหุ่นยนต์ที่มีเงื่อนไขในการทำงานมาก หรือการควบคุมที่ซับซ้อน

**เครื่องควบคุมเชิงตรรกะที่สามารถโปรแกรมได้ พีแอลซี (PLC : Programmable Logic Controller)**

เครื่องควบคุมเชิงตรรกะที่สามารถโปรแกรมได้ ถูกสร้างและพัฒนาขึ้นมาเพื่อทดแทนวงจรรีเลย์ (relay) ของการควบคุมระบบอัตโนมัติ (autonomous) นิยมใช้มากในโรงงานอุตสาหกรรม เนื่องจากถูกสร้างขึ้นให้ทนต่อสภาพแวดล้อมในโรงงานอุตสาหกรรม โดยเฉพาะ การใช้งานสะดวก ปรับเปลี่ยนการทำงานได้ง่าย สามารถใช้งานได้อย่างอเนกประสงค์ และยังง่ายต่อการบำรุงรักษาอีกด้วย

**คอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล (PC : Personal Computer)**

คอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล เป็นเครื่องควบคุมระดับสูงซึ่งสามารถปรับเปลี่ยนการทำงานของหุ่นยนต์ได้อย่างหลากหลาย มีประสิทธิภาพมากที่สุดในเครื่องควบคุมทั้งหมดที่กล่าวมา แต่ไม่นิยมใช้ในหุ่นยนต์ทั่วไปมากนัก เนื่องจากขนาดที่ใหญ่ น้ำหนักมาก และต้องการพลังงานสูง

## 2.2.2 ROBOTIC LEARNING

การเรียนรู้หุ่นยนต์เป็นการวิจัยที่ว่าด้วยเรื่องของการเรียนรู้เครื่องกลและหุ่นยนต์ เป็นศึกษาเทคนิคที่ช่วยให้หุ่นยนต์จะได้รับทักษะอย่างง่ายหรืออย่างซับซ้อนโดยปรับให้เข้ากับสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ผ่านขั้นตอนวิธีการ (เวลาจริงสำหรับการเก็บรวบรวมข้อมูลและการเรียนรู้) และโอกาสสำหรับแนวทางกระบวนการเรียนรู้ (เช่นการทำงานร่วมกัน sensorimotor, วิทยาการมอเตอร์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างของทักษะที่มีการกำหนดเป้าหมายโดยการเรียนรู้ขั้นตอนวิธีการรวมถึงทักษะ sensorimotor เช่นการเคลื่อนไหว, ให้หุ่นยนต์มีฟักชันสังเกตุ เช่นเดียวกับทักษะโต้ตอบเช่นการจัดการรับรู้ของวัตถุที่มีเพียร์ของมนุษย์และทักษะทางภาษา ภาษามนุษย์ การเรียนรู้สามารถเกิดขึ้นได้ทั้งผ่านการเรียนรู้ด้วยตนเองหรือผ่านคำแนะนำจากต้นแบบที่เป็นของมนุษย์อย่างเช่นในการเรียนรู้โดยหุ่นยนต์เลียนแบบ

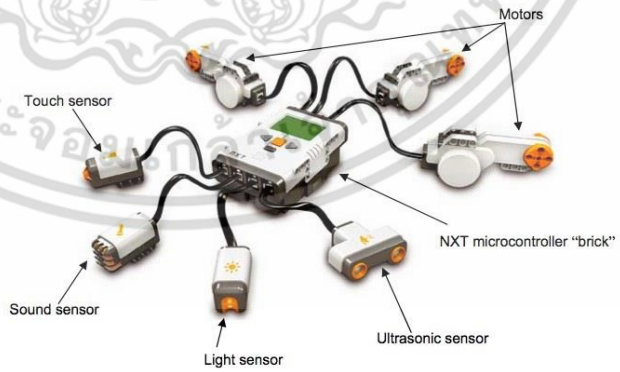
การเรียนรู้หุ่นยนต์ เกี่ยวข้องกับเรื่องadaptive control, reinforcement learning เช่นเดียวกับหุ่นยนต์ในการพัฒนาที่ก็เกิดจากหลักที่ว่าด้วยเรื่องการเรียนรู้ กลไก และเรื่องของ computer program จัดการหุ่นยนต์ เราจึงเรียกพวกนี้ว่า ROBOTIC LEARNING

ขณะนี้ในประเทศไทยได้มีหลักสูตรนี้สอนอยู่ ในระดับเด็ก เยาวชน และนักศึกษา โดยทำการเรียนการสอนกับผู้ที่ศึกษาในด้านนี้โดยตรงเท่านั้น

หลักสูตรที่เห็นได้ทั่วไปคือ LEGO MINDSTORMS เป็นอุปกรณ์การเรียนรู้โดยให้คนที่ใช้งานได้ลงมือประกอบหุ่นยนต์และวางโปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยตนเองทำให้เกิดการเรียนรู้ที่ดี

Lego Mindstorms ได้ผลิตชิ้นส่วนอุปกรณ์ ตัวต่อ ของเล่นมากมาย ในส่วนของหุ่นยนต์ Lego ได้ผลิตหุ่นยนต์ขนาดเล็กที่ใช้ชื่อ Lego Mindstorms ออกมารุ่นแรก เรียกว่า Lego Mindstorms RCX ซึ่งสามารถเขียนโปรแกรมควบคุมให้ทำงานได้อย่างอัตโนมัติ ต่อมาทาง Lego ได้ผลิตหุ่นยนต์อีก 1 รุ่น คือ Lego Mindstorms NXT (เพื่อให้เรียกชื่อกระชับและสั้น) ยังคงไว้ที่สามารถเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานได้

LEGO MINDSTORMS NXT เป็นชุดสร้างหุ่นยนต์ และเขียนโปรแกรมหุ่นยนต์โดย LEGO Group ชุด NXT ประกอบด้วยโมดูลไมโครคอมพิวเตอร์ ที่เราสามารถเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอฐ์ควบคุม อุปกรณ์ มอเตอร์ เซ็นเซอร์ต่างๆ และตัวต่ออื่นๆ มาประกอบเพื่อสร้างหุ่นยนต์ได้




**รูปที่ 2.29** NXT Brick, มอเตอร์ และเซ็นเซอร์ชนิดต่างๆ ที่มา : http://www.legoeducation.us

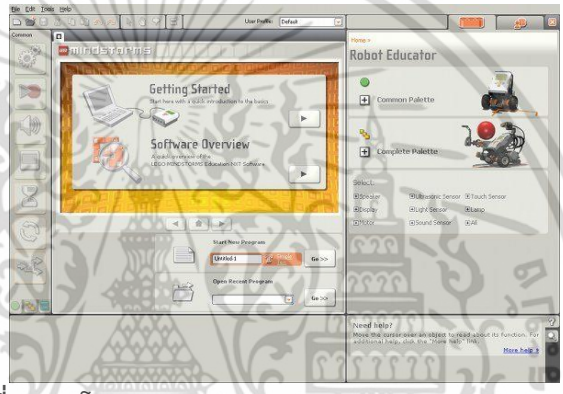
อุปกรณ์ ตรงกลางเรียกว่า NXT Brick ซึ่งทำหน้าที่เป็นสมองหรือส่วนควบคุมของหุ่นยนต์ NXT MINDSTORMS ข้างในจะมีไมโครคอนโทรลเลอร์ที่เราสามารถดาวน์โหลดโปรแกรมใส่เข้าไปผ่านทางพอร์ต USB หรือทาง Bluetooth ซึ่ง NXT Brick จะมีพอร์ต 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พอร์ตสำหรับใส่เซ็นเซอร์ (พอร์ต 1, 2, 3 และ 4) และพอร์ต 3 พอร์ตสำหรับการส่งออก (A, B และ C) ขับเคลื่อนมอเตอร์และอุปกรณ์ส่งออกอื่นๆ มีจอ LCD สำหรับแสดงข้อมูลและมีปุ่มสำหรับการเลือกเมนูต่าง ๆ บนตัว Brick

NXT Brick ใช้แบตเตอรี่ AA หกก้อน และในชุดมาตราฐาน Education Base Set( รหัส 9797) จะมาพร้อมกับชุดแบตเตอรี่ที่สามารถชาร์จได้

โปรแกรม Lego Mindstorms Education NXT หรือ NXT-G Education เป็นโปรแกรมที่ใช้งานง่ายและ สะดวกสำหรับตั้งแต่นักเรียนจนถึงระดับผู้เชี่ยวชาญ โปรแกรม Lego Mindstorms Education NXT เป็นโปรแกรมที่ใช้ไอคอนเป็นหลัก โดยที่นักเรียนสามารถลากและวางไอคอนต่างๆ เพื่อสร้างโปรแกรมบังคับหุ่นยนต์ทำงานตามเงื่อนไขต่างๆ ได้




**รูปที่ 2.30** โปรแกรม Lego Mindstorms Education NXT

โปรแกรม Lego Mindstorms Education NXT ยังมีส่วนที่เรียกว่า Robot Educator ซึ่งประกอบไปด้วยตัวอย่างแบบของหุ่นยนต์และตัวอย่างโปรแกรมต่าง ๆ ที่จะช่วยให้ครูและนักเรียน ได้เริ่มต้นการเขียนโปรแกรมให้กับหุ่นยนต์ได้ โดย programอื่นๆก็เช่น ROBOLAB 2.9 และ ROBOT C

ระดับสูงจะเป็นวิชา วิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์ (อังกฤษ: Mechatronics Engineering) เป็นสหวิทยาการเชิงประยุกต์ ที่นำวิชาพื้นฐานหลักว่าด้วย วิศวกรรมเครื่องกล วิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ วิศวกรรมการควบคุมอัตโนมัติ วิทยาการคอมพิวเตอร์ และเทคโนโลยีสารสนเทศ มาบูรณาการเข้าด้วยกันเพื่อการออกแบบและสร้างผลิตชิ้นส่วนและผลิตภัณฑ์ Mechatronics มาจากการผสมคำว่า "Mechanics" และ "Electronics" โดยวิศวกรจากบริษัท Yakawa Electric ในประเทศญี่ปุ่น ซึ่งเป็นการพัฒนาโดยการนำเทคโนโลยีในสาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล วิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ คอมพิวเตอร์ช่วยในการออกแบบ (CAD/CAM/CAE) คอมพิวเตอร์โปรแกรมมิ่ง และระบบควบคุม ผสานเข้าไว้ด้วยกันอย่างลงตัว เพื่อนำผลของการผสมผสานไปพัฒนาในงานระบบอุตสาหกรรมอย่างสมบูรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.2.3 เอกลักษณ์ของโครงการ

มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ และคณะวิศวกรรมศาสตร์

คณะวิศวกรรม ของมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ที่มาแรงที่สุด มีพันธมิตรในการร่วมผลิตบัณฑิตวิศวกรรมศาสตร์จากทั่วโลก เช่น มหาวิทยาลัยน็อตติ้งแฮม ประเทศอังกฤษ มหาวิทยาลัยนิวเซาท์เวลล์ ออสเตรเลีย มหาวิทยาลัย ไซตามะแห่งญี่ปุ่น และมหาวิทยาลัยรีไจนา แห่งประเทศแคนาดา ดังนั้น การเรียนวิศวกรรมศาสตร์ ที่ธรรมศาสตร์ จะได้รับการยอมรับ จากประเทศพันธมิตรโดยอัตโนมัติ ปัจจุบัน มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ มีสถาบันเทคโนโลยีนานาชาติ สิรินธร ซึ่งสอนหลักสูตรวิศวกรรมภาคอินเตอร์ ที่มีความพร้อมมากที่สุดในอาเซียน และในอนาคต คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ จะมีชื่อเสียงไปในระดับโลกอย่างแน่นอน

คณะวิศวะเปิดสอนหลักสูตรภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล ซึ่งเกี่ยวข้องกับหุ่นยนต์โดยตรง ในหลักสูตร วิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์และหุ่นยนต์

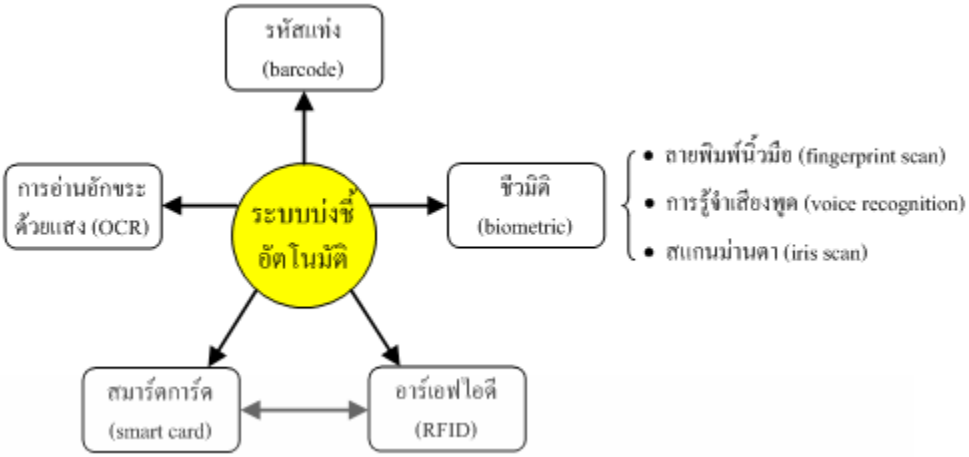
จากข้อมูลข้างต้นทำให้ทางคณะวิศวกรรมศาสตร์มีความเกี่ยวโยงสามารถดูแลและใช้งานภายในศูนย์การเรียนรู้นี้ได้ โดยทางศูนย์การเรียนรู้จะขึ้นกับทางธรรมศาสตร์โดยตรงแต่สามารถเปิดให้นักศึกษาของทาวคณะวิศวกรรมศาสตร์สามารถเข้าใช้งานบริการได้

**<u>สิ่งที่นำมาใช้เพิ่มเติมเทคนิคพิเศษ เทคโนโลยีอาร์เอฟไอดีและการประยุกต์ใช้งาน</u>**
<u>(keycard)</u>

ในปัจจุบันนี้เทคโนโลยีบ่งชี้อัตโนมัติ (Auto-ID: automatic identification) ได้เข้ามามีบทบาทสำคัญในการดำเนินชีวิตประจำวัน ซึ่งเห็นได้จากการนำมาประยุกต์ใช้งานในหลายๆ ด้าน เช่น โลจิสติกส์, ระบบคลังสินค้า, ร้านค้าปลีก และสายการผลิตในโรงงาน เป็นต้น โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อใช้แสดงตัวตนของมนุษย์, สัตว์, สินค้า, และวัตถุดิบในกระบวนการผลิต โดยทั่วไปเทคโนโลยีบ่งชี้อัตโนมัติแบบต่างๆ ได้ถูกคิดค้นขึ้นมาเพื่ออำนวยความสะดวกในการทำธุรกิจ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการบันทึกข้อมูลแบบอัตโนมัติอย่างรวดเร็ว แทนที่จะต้องใช้การนับหรือจดบันทึกด้วยมนุษย์ ซึ่งอาจเกิดข้อผิดพลาดได้ง่าย

เทคโนโลยีบ่งชี้อัตโนมัติมีหลายประเภทดังแสดงในภาพที่ 1.1 โดยเทคโนโลยีบ่งชี้อัตโนมัติที่พบเห็นและใช้งานมากสุดคือ เทคโนโลยีรหัสแท่ง (barcode) ซึ่งมีลักษณะเป็นรหัสแท่งสีดำขนาดต่างๆ กันที่เรียงต่อกันเป็นกลุ่ม ข้อดีคือมีราคาถูกมาก แต่มีข้อจำกัดคือสามารถจัดเก็บข้อมูลได้น้อย, ปลอมแปลงได้ง่าย, ไม่สามารถแก้ไขข้อมูลในรหัสแท่งได้ และเกิดข้อผิดพลาดในการอ่านได้ง่ายเมื่อมีการใช้งานเป็นเวลานาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**รูปที่ 2.31** ภาพรวมของระบบบ่งชี้อัตโนมัติแบบต่างๆ ที่มีใช้งานอยู่ในปัจจุบัน

เทคโนโลยีสมาร์ตการ์ด (smart card) ถือเป็นเทคโนโลยีบ่งชี้อัตโนมัติอีกประเภทหนึ่งที่มีใช้งานทั่วไปในปัจจุบัน โดยข้อมูลจะถูกเก็บไว้ในไมโครชิป (microchip) ที่อยู่บนบัตร ตัวอย่างเช่น บัตรโทรศัพท์, บัตรธนาคาร หรือบัตรระบุผู้เช่า (SIM: subscriber identity module) ข้อดีของเทคโนโลยีนี้คือสามารถจัดเก็บข้อมูลได้จำนวนมากกว่ารหัสแท่ง และมีความปลอดภัยในการจัดเก็บข้อมูลสูง อย่างไรก็ตามเทคโนโลยีสมาร์ตการ์ดถือเป็นเทคโนโลยีบ่งชี้อัตโนมัติแบบสัมผัส (contact Auto-ID) ซึ่งต้องอาศัยการสัมผัสระหว่างบัตรสมาร์ตการ์ดและเครื่องอ่านสมาร์ตการ์ด (smart card reader) ซึ่งทำให้ไม่สะดวกในการใช้งานในบางงานประยุกต์ (application) เช่นในกรณีที่กรมศุลกากรต้องการตรวจนับจำนวนสินค้าทั้งหมดที่อยู่ภายในตู้สินค้า (container) ซึ่งถ้าพนักงานต้องนับสินค้าแต่ละชิ้นก็จะทำให้เสียเวลามาก เป็นต้น นอกจากนี้ถ้ามีการใช้งานมากครั้ง ส่วนที่สัมผัสกับเครื่องอ่านก็จะเกิดการสึกหรอของหน้าสัมผัสได้ง่าย

ดังนั้นเทคโนโลยีบ่งชี้อัตโนมัติแบบไร้สัมผัส (contactless Auto-ID) จึงเป็นตัวเลือกสำหรับการใช้งานลักษณะนี้ โดยที่กำลังงานที่ใช้ในการทำงานของบัตรจะถูกส่งมาจากเครื่องอ่านในรูปของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ซึ่งช่วยทำให้การรับส่งข้อมูลระหว่างบัตรและเครื่องอ่านมีความสะดวกมากขึ้น นอกจากนี้ยังช่วยลดปัญหาความไม่เที่ยงตรงและความคลาดเคลื่อนในการอ่านและเขียนข้อมูล โดยทั่วไปเทคโนโลยีบ่งชี้อัตโนมัติแบบไร้สัมผัสจะรู้จักกันในชื่อว่า “เทคโนโลยีบ่งชี้ด้วยคลื่นความถี่วิทยุ (RFID: radio frequency identification)” หรือเรียกสั้นๆ ว่า “เทคโนโลยี RFID” เนื่องจากลักษณะการส่งผ่านกำลังงานและข้อมูลระหว่างบัตรและเครื่องอ่านจะอยู่บนพื้นฐานของคลื่นความถี่วิทยุ ภาพที่ 1.2 เปรียบเทียบข้อแตกต่างของเทคโนโลยีบ่งชี้อัตโนมัติแบบต่างๆ ซึ่งจะพบว่าเทคโนโลยี RFID ค่อนข้างมีข้อได้เปรียบมากกว่าเทคโนโลยีแบบอื่นๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เทคโนโลยี RFID สามารถนำมาประยุกต์ใช้งานได้หลายรูปแบบทั้งในภาคอุตสาหกรรมและภาคบริการ จากการวิจัยพบว่า [1] มูลค่ารวมตลาดทั่วโลกของ RFID มีอัตราที่สูงและเติบโตอย่างต่อเนื่อง โดยในปี พ.ศ. 2550 ตลาดอุตสาหกรรม RFID ในโลกมีมูลค่าสูงถึง 3,800 ล้านเหรียญสหรัฐ และคาดว่าในปี พ.ศ. 2555 จะมีมูลค่าตลาดเพิ่มขึ้นเป็น 8,400 ล้านเหรียญสหรัฐ ดังนั้นตลาดอุตสาหกรรม RFID จึงถือว่าเป็นตลาดเทคโนโลนีที่เติบโตสูงมากเช่นเดียวกับตลาดอุตสาหกรรมโทรศัพท์เคลื่อนที่และตลาดอุตสาหกรรมรถยนต์ สำหรับตลาด RFID ในประเทศไทยพบว่ามีการนำ RFID ไปประยุกต์ใช้งานในหลายๆ ด้าน ได้แก่ การผลิตในอุตสาหกรรม, การประยุกต์ใช้กับห่วงโซ่อุปทานและโลจิสติกส์, การควบคุมการเข้า-ออก, การปศุสัตว์, และการเงิน เป็นต้น โดยจากสถิติในปี พ.ศ. 2548 มูลค่าตลาดของ RFID ในประเทศไทย (ทั้งส่วนที่ผลิตเองในประเทศและนำเข้า) มีมูลค่าประมาณ 856.2 ล้านบาท หรือคิดเป็นร้อยละ 1.07 ของตลาด RFID ทั่วโลก และมีมูลค่าเพิ่มเป็น 1,827.3 ล้านบาทในปี พ.ศ. 2550

| ข้อพิจารณา | รหัสแท่ง | โอซีอาร์ | เสียงพูด | ลายพิมพ์นิ้วมือ | สมาร์ทการ์ด | อาร์เอฟไอดี |
|---|---|---|---|---|---|---|
| จำนวนข้อมูลที่สามารถจัดเก็บได้ (ไบต์) | 1 – 100 | 1 – 100 | – | – | 16 – 64k | 16 – 64k |
| ความหนาแน่นของข้อมูลที่บันทึกต่อพื้นที่ | ต่ำ | ต่ำ | สูง | สูง | สูงมาก | สูงมาก |
| เครื่องอ่าน | เที่ยงตรง | เที่ยงตรง | แพง | แพง | เที่ยงตรง | เที่ยงตรง |
| มนุษย์อ่านรหัสได้หรือไม่ | ได้ง่ายดาย | อ่านได้ง่ายมาก | ง่าย | ยากมาก | ไม่มีทางทำได้ | ไม่มีทางทำได้ |
| ผลกระทบจากความสกปรก | มีผลต่อการอ่านมาก | มีผลต่อการอ่านมาก | – | – | อาจมีผลหากเลอะบนหน้าสัมผัส | ไม่มีผล |
| ผลกระทบจากการอ่านผิดล้านหรือผิดมุม | มีบ้างเล็กน้อย | มีบ้างเล็กน้อย | – | – | ต้องวางให้ถูกทิศทางตามขั้วของหน้าสัมผัส | ไม่มีผล |
| อายุการใช้งาน การฉีกขาด หรือเสื่อมสภาพ | จำกัดอายุการใช้งาน | จำกัดอายุการใช้งาน | – | – | ขึ้นกับสภาพของหน้าสัมผัส | ไม่มีผล |
| มูลค่าของเครื่องอ่าน | ต่ำ | ปานกลาง | สูงมาก | สูงมาก | ต่ำ | ปานกลาง |
| งบประมาณดำเนินการ | ต่ำ | ต่ำ | ไม่มี | ไม่มี | ปานกลาง | ไม่มี |
| การลักลอบปลอมแปลง | ทำได้ง่าย | ทำได้ง่าย | สามารถทำได้ | ไม่มีทาง | ไม่มีทาง | ไม่มีทาง |
| ความเร็วในการอ่านข้อมูล | ช้า (≈ 4 วินาที) | ช้า (≈ 43 วินาที) | ช้ามาก (≈ 5 วินาที) | ช้ามาก (≈5-10 วินาที) | ช้า (≈ 4 วินาที) | เร็วมาก (≈0.5 วินาที) |
| ระยะห่างสูงสุดระหว่างเครื่องอ่านกับบัตร/เครื่องลูกข่าย/ตัวเก็บข้อมูล | 0 – 50 ซม. | น้อยกว่า 1 ซม. (เป็นการสแกน) | 0 – 50 ซม. | ต้องสัมผัสโดยตรง | ต้องสัมผัสโดยตรง | 0 – 5 เมตร โดยใช้คลื่นความถี่วิทยุ อ่านไมโครเวฟ |

**รูปที่ 2.32** เปรียบเทียบข้อแตกต่างของเทคโนโลยีบ่งชี้อัตโนมัติแบบต่างๆ

ดังนั้นในปี พ.ศ. 2549 ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ (เนคเทค) ได้เห็นถึงความสำคัญของการพัฒนาอุตสาหกรรม RFID ของประเทศไทย จึงได้จัดทำโครงการพัฒนาอุตสาหกรรม RFID ขึ้นโดยมีเป้าหมายในการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี RFID ในวงกว้าง เพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศ ทั้งนี้เพราะว่าประเทศไทยยังขาดบุคลากรที่มีความรู้ทางด้าน RFID เมื่อเทียบกับแนวโน้มการขยายตัวของประเทศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้นการพัฒนาและเสริมสร้างศักยภาพของบุคลากรเพื่อรองรับการแข่งขันและการขยายตัวด้าน RFID จึงเป็นสิ่งที่ต้องดำเนินการอย่างเร่งด่วน

**องค์ประกอบของระบบอาร์เอฟไอดี**

ในทางปฏิบัติระบบอาร์เอฟไอดี (RFID) ประกอบไปด้วยองค์ประกอบหลัก 2 ส่วน คือ

1) ป้าย RFID (tag หรือ transponder) จะถูกออกแบบให้มีรูปแบบและขนาดต่างๆ ตามความเหมาะสมของแต่ละงานประยุกต์ เพื่อให้สามารถยึดติดหรือผูกอยู่กับวัตถุหรือสินค้าที่ต้องการบ่งชี้ตัวตน ติดตาม หรือตรวจนับ ด้วยเทคโนโลยี RFID โดยทั่วไปป้าย RFID ประกอบไปด้วยส่วนประกอบที่สำคัญคือ สายอากาศ และไมโครชิฟ

2) เครื่องอ่าน (reader หรือ interrogator) ทำหน้าที่ในการติดต่อสื่อสารกับป้าย RFID โดยสามารถที่จะอ่านหรือเขียนข้อมูลเข้าไปในป้าย RFID ได้โดยใช้คลื่นความถี่วิทยุ และสื่อสารกับผู้ใช้งานผ่านจุดเชื่อมต่อ (interface) แบบต่างๆ เช่น RS-232, RS-485 และ USB เป็นต้น ดังแสดงรายละเอียดในภาพที่ 1.3

**รูปที่ 2.33** โครงสร้างทั่วไปของระบบ RFID

โดยทั่วไปป้าย RFID จำแนกออกได้เป็นหลายประเภทตามความสามารถในการโปรแกรมข้อมูล และตามแหล่งพลังงานที่ใช้ ภาพที่ 1.4 แสดงโครงสร้างของป้าย RFID ที่แบ่งตามความสามารถในการโปรแกรม ซึ่งมี 2 แบบ คือ

1) ป้าย RFID ที่ไม่สามารถโปรแกรมได้ โดยข้อมูลต่างๆ ที่อยู่ภายในป้ายนี้ (เช่น หมายเลขรหัส) จะถูกบันทึกมาตั้งแต่การผลิต ซึ่งจะไม่สามารถเปลี่ยนแปลงแก้ไขข้อมูลเหล่านี้ได้

2) ป้าย RFID ที่สามารถโปรแกรมได้ (อ่านและเขียนข้อมูลผ่านทางเครื่องอ่าน) โดยภายในป้ายนี้จะประกอบด้วยหน่วยความจำแบบ EEPROM (electrically erasable programmable read only memory) ซึ่งนิยมใช้มากที่สุดในป้าย RFID

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ป้าย RFID**

ที่แบ่งตามลักษณะของแหล่งจ่ายพลังงาน ซึ่งมี 2 แบบ คือ

1) แบบแพสซีฟ (passive) เป็นป้าย RFID ที่ไม่ต้องมีแหล่งจ่ายพลังงานบรรจุไว้ภายในป้าย แต่จะอาศัยการแปลงสัญญาณพลังงานไฟฟ้าที่ส่งออกมาจากเครื่องอ่านเป็นไฟเลี้ยงเพียงอย่างเดียว ข้อดีคือไม่ต้องมีการเปลี่ยนแหล่งพลังงาน แต่ข้อจำกัดคือระยะทางในการสื่อสารระหว่างป้าย RFID กับเครื่องอ่านได้ไม่ไกล

2) แบบแอ็กทีฟ (active) เป็นป้าย RFID ที่มีแหล่งจ่ายพลังงานบรรจุไว้ภายในเพื่อใช้เป็นไฟเลี้ยงให้กับชิพประมวลผลที่ติดตั้งอยู่ภายใน ข้อดีคือสามารถสื่อสารกับเครื่องอ่านได้ในระยะไกล แต่ข้อจำกัดคือต้องเปลี่ยนแหล่งจ่ายพลังงานเป็นระยะๆ เมื่อหมดอายุการใช้งาน

นอกจากนี้ย่านความถี่ใช้งาน (operating frequency) ก็ถือเป็นคุณสมบัติที่สำคัญอีกประการหนึ่งในการเลือกใช้อุปกรณ์ RFID โดยความถี่ใช้งานหมายถึง คลื่นความถี่วิทยุที่เครื่องอ่านทำการส่งออกไปเท่านั้น โดยไม่สนใจว่าป้าย RFID จะส่งคลื่นความถี่ในย่านใดตอบกลับมา ในบางกรณีป้าย RFID อาจจะส่งคลื่นความถี่เดิมกลับไปหาเครื่องอ่านก็ได้ โดยอาศัยเทคนิคการกล้ำสัญญาณแบบ load modulation [3] โดยทั่วไปย่านความถี่ใช้งานของอุปกรณ์ RFID แบ่งออกเป็น 3 ย่านความถี่หลัก คือ

- ย่านความถี่ต่ำ (LF: low frequency) มีความถี่ตั้งแต่ 30 – 300 กิโลเฮิรตซ์ (kHz) นิยมนำมาใช้กับงานปศุสัตว์ หรืองานประยุกต์ที่เกี่ยวข้องกับสิ่งมีชีวิต

- ย่านความถี่สูง (HF: High Frequency) หรือความถี่วิทยุ (RF: radio frequency) มีความถี่ตั้งแต่ 3 – 30 เมกะเฮิรตซ์ (MHz) นิยมนำมาใช้กับงานควบคุมการเข้า-ออก, บัตรรถโดยสาร, บัตรเงินสดอิเล็กทรอนิกส์ เป็นต้น โดยมีระยะการสื่อสารระหว่างเครื่องอ่านกับบัตรอยู่ในช่วงประมาณ 5 – 15 เซนติเมตร

- ย่านความถี่สูงยิ่ง (UHF: ultra high frequency) มีความถี่ตั้งแต่ 300 เมกะเฮิรตซ์ – 3 กิกะเฮิรตซ์ (GHz) และย่านความถี่ไมโครเวฟ (microwave) ซึ่งมีความถี่ตั้งแต่ 3 กิกะเฮิรตซ์ขึ้นไป นิยมนำมาใช้กับงานทางด้านโลจิสติกส์ เช่น ระบบขนย้ายตู้บรรจุสินค้า ระบบคลังสินค้า เป็นต้น โดยการสื่อสารระหว่างเครื่องอ่านกับบัตรในระบบโลจิสติกส์จะกระทำในขณะที่อุปกรณ์มี การเคลื่อนไหว ดังนั้นเพื่อให้เกิดความรวดเร็วในการสื่อสารป้าย RFID ในย่านความถี่สูงยิ่งนี้ จึงถูกออกแบบมาให้มีพื้นที่สำหรับเก็บข้อมูลจำนวนไม่มาก โดยทั่วไปการสื่อสารระหว่างเครื่องอ่านกับป้าย RFID มีระยะทางได้มากกว่า 2 เมตร (สามารถใช้ในระยะทางที่ไกลกว่านี้ได้ เมื่อใช้งานร่วมกับป้าย RFID แบบแอ็กทีฟ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยในแต่ละย่านความถี่ใช้งานก็ยังมีมาตรฐานหลายมาตรฐานให้เลือกใช้งาน ซึ่งแต่ละมาตรฐานก็ยังไม่สามารถใช้งานร่วมกันได้ในปัจจุบัน เช่น ย่านความถี่ 13.56 MHz มีมาตรฐาน ISO14443, ISO15693 และ ISO18000-3 เป็นต้น

**<u>รูปแบบของป้ายอาร์เอฟไอดี</u>**

ป้าย RFID ที่ใช้งานในปัจจุบันมีหลายรูปแบบซึ่งสามารถจำแนกได้ตามความแตกต่างของโครงสร้าง การออกแบบ และลักษณะการประยุกต์ใช้งาน ดังแสดงในภาพที่ 1.6 เช่น

1) แบบจานและเหรียญ ซึ่งทนอุณหภูมิได้สูง จึงนิยมนำไปใช้โดยยึดติดกับชิ้นงานในระบบอุตสาหกรรม (ก)

2) แบบกระเปาะแก้ว มีขนาดเล็กและยาวประมาณ 12 – 32 มิลลิเมตร นิยมนำไปใช้กับสิ่งมีชีวิตด้วยการฉีดเข้าใต้ผิวหนัง (ข)

3) แบบมาตรฐาน ID–1 นิยมนำมาใช้งานมากในรูปของบัตรสมาร์ตการ์ดแบบไร้สัมผัส สามารถทนอุณหภูมิได้สูงกว่า 100 องศาเซลเซียส พกพาได้สะดวก และสามารถพิมพ์ข้อความหรือลวดลายต่างๆ ลงบนบัตรได้ (ค)

4) แบบเลเบลอัจฉริยะ มีขนาดบางเท่ากับแผ่นกระดาษ สามารถงอหรือทุบได้ จึงนิยมนำไปใช้พัน หูหิ้วของกระเป๋าเดินทางหรือสัมภาระต่างๆ เป็นต้น (ง)

**(ก)** **(ข)**

**(ค)** **(ง)**

**รูปที่ 2.34** ตัวอย่างป้าย RFID แบบต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอกจากป้าย RFID ที่มีรูปร่างต่างกันแล้ว เครื่องอ่านที่ใช้งานทั่วไปก็มีรูปร่างหลายแบบ เช่น แบบที่ใช้ในงานอุตสาหกรรม แบบพกพา และแบบอุโมงค์ เป็นต้น

**รูปที่ 2.35 ตัวอย่างเครื่องอ่าน RFID แบบต่างๆ [4 – 7]**

**<u>ตัวอย่างการประยุกต์ใช้งานระบบอาร์เอฟไอดี</u>**

ประเทศไทยได้มีการนำเทคโนโลยี RFID มาใช้งานมากขึ้นเรื่อยๆ ในหลายรูปแบบ เช่น บัตรทางด่วน บัตรรถโดยสาร บัตรพนักงาน บัตรเงินสด งานห้องสมุด งานปศุสัตว์ และงานระบบขนส่ง เป็นต้น โดยระบบบางระบบก็นำเข้าจากต่างประเทศทั้งระบบเข้ามาติดตั้งและใช้งาน และบางระบบก็เริ่มมีการพัฒนาขึ้นใช้งานเองโดยวิศวกรคนไทย ซึ่งโดยทั่วไปจะเป็นการพัฒนาส่วนเชื่อมต่อกับเครื่องอ่าน โดยการใช้หน่วยประมวลผลขนาดเล็กไมโครคอนโทรลเลอร์ เช่น MCS, PIC, X86 และ ARM เป็นต้น ภาพที่ 1.8 แสดงตัวอย่างการนำระบบ RFID ไปประยุกต์ใช้งานในด้านต่างๆ ที่คนไทย สามารถพัฒนาเองได้ เช่น ระบบศูนย์อาหาร ระบบลงเวลา หรือระบบควบคุมการผ่านเข้าออก เป็นต้น โดยที่แต่ละระบบมีรายละเอียดดังนี้

ระบบศูนย์อาหาร ระบบลงเวลา

ระบบควบคุมการผ่านเข้าออก

**รูปที่ 2.36** ตัวอย่างการนำระบบ RFID ไปประยุกต์ใช้งานในด้านต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบศูนย์อาหาร เป็นการนำเทคโนโลยี RFID มาใช้เป็นบัตรเงินสด แทนบัตรแถบแม่เหล็ก โดยทั้งสองแบบมีลักษณะการทำงานคล้ายกันคือ เริ่มต้นจากลูกค้านำเงินสดมาที่จุดจำหน่ายบัตร พนักงานขายบัตรทำการอ่านรหัสบัตรและเติมยอดเงินของบัตรลงในฐานข้อมูลของเครื่องประมวลผลกลาง จากนั้นลูกค้าก็นำบัตรเงินสดดังกล่าวไปซื้ออาหารที่ร้านค้า โดยที่ร้านค้าก็จะมีเครื่องอ่านบัตรแถบแม่เหล็ก และรหัสที่อ่านได้ก็จะถูกส่งผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์ไปยังเครื่องประมวลผลกลาง จากนั้นโปรแกรมก็จะทำการเปรียบเทียบจำนวนเงินในฐานข้อมูลกับราคาสินค้าที่ซื้อ พร้อมทั้งทำการตัดยอดขาย และส่งสัญญาณกลับไปยังเครื่องอ่านที่ร้านค้านั้นๆ เพื่อแสดงผลหรือออกใบเสร็จรับเงิน เนื่องจากระบบศูนย์อาหารที่ใช้บัตรแถบแม่เหล็กจะไม่ได้จัดเก็บจำนวนเงินไว้ในบัตร ดังนั้นถ้าระบบเครือข่ายระหว่างร้านค้ากับเครื่องประมวลผลกลางสื่อสารกันไม่ได้ ระบบก็จะไม่สามารถทำงานได้

ระบบศูนย์อาหารที่นำเทคโนโลยี RFID มาประยุกต์ใช้จะสามารถแก้ปัญหาดังกล่าวได้ โดยการเก็บจำนวนเงินไว้ในหน่วยความจำของบัตร RFID และร้านค้าก็มีเครื่องอ่าน RFID ที่สามารถอ่านจำนวนเงินในบัตร ทำการตัดยอดเงิน และบันทึกยอดเงินคงเหลือลงในบัตรทันที เมื่อมีการซื้อสินค้า การทำงานเช่นนี้จะช่วยให้ระบบสามารถทำการซื้อขายสินค้าได้โดยไม่ต้องมีการสื่อสารผ่านระบบเครือข่าย จึงทำให้มีความรวดเร็วในการใช้งานและมีเสถียรภาพสูง อย่างไรก็ตามหากมีการเก็บจำนวนเงินไว้ในบัตร ก็มีข้อควรระวังในเรื่องการปลอมแปลงข้อมูลจำนวนเงินในบัตร ดังนั้นแนวทางแก้ไขคือ ควรเลือกใช้บัตร RFID ที่มีรหัสผ่านในการเข้าถึงข้อมูล เช่น บัตรของ MIFARE 13.56 MHz มาตรฐาน ISO/IEC 14443 A เป็นต้น

การนำเทคโนโลยี RFID มาประยุกต์ใช้ในการลงเวลาและระบบควบคุมการผ่านเข้าออกประตู ทำให้ระบบมีความโดดเด่นในหลายประการ เช่น สะดวก และรวดเร็ว ในการปฏิบัติงาน ซึ่งเป็นประโยชน์มากสำหรับองค์กรที่พนักงานที่มีการเข้าออกในเวลาพร้อมๆ กันจำนวนมาก เช่น โรงงานอุตสาหกรรม หรือโรงเรียน เป็นต้น นอกจากนี้หากมีการกำหนดตำแหน่งของข้อมูลในหน่วยความจำของบัตร RFID ที่เหมาะสม ก็สามารถทำให้ระบบมีความรวดเร็วมากขึ้นได้อีก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.2.4 องค์ประกอบของโครงการ

จากจุดประสงค์ของโครงการจึงได้องค์ประกอบเป็นดังนี้ฆ

| วัตถุประสงค์โครงการ | กิจกรรม | องค์ประกอบโครงการ |
|---|---|---|
| 4. เพื่อเป็นแหล่งเรียนรู้ จุดศูนย์รวมและเป็นที่ท่องเที่ยวของเด็กเยาวชน นักศึกษา จนถึงผู้ประกอบการที่สามารถเข้าถึงได้ง่าย | - แสดงผลงานการออกแบบหุ่นยนต์ที่มีคุณภาพ<br>- ทดลองประกอบหุ่นยนต์อย่างง่าย<br>- ศึกษาประวัติหุ่นยนต์ในไทย<br>- เรียนรู้องค์ประกอบเทคโนโลยีหุ่นยนต์<br>- กิจกรรมส่งเสริมการท่องเที่ยวสำหรับครอบครัว<br>- รับชมข้อมูลหรืองานวิจัยหุ่นยนต์ | - นิทรรศการชั่วคราว<br>- นิทรรศการถาวร<br>- ลานกิจกรรม/ลานทดลองหุ่นยนต์และกลไก/สนามแข่งหุ่นยนต์<br>- ห้องสมุดเทคโนโลยี |
| 5. เพื่อเป็นสถาบันวิจัยค้นคว้า แลกเปลี่ยนซื้อขาย เรื่องเทคโนโลยีหุ่นยนต์และกลไกต่างๆ ช่วยส่งเสริมเทคโนโลยีมาพัฒนาประเทศ | - ค้นคว้าและพัฒนาแบบหุ่นยนต์ต่างๆ<br>- ทดลองใช้งานหุ่นยนต์และแสดงให้ประชาชนที่นิทรรศการได้เห็นด้วย<br>- ประชุมงานหรือตกลงซื้อขายนวัตกรรม<br>- หารายได้จากการซื้อขายนวัตกรรม | - ห้องคนคว้าและวิจัยออกแบบ<br>- คลังเก็บของหุ่นยนต์ต้นแบบวัสดุและอุปกรณ์<br>- ลานกิจกรรม/ลานทดลองหุ่นยนต์และกลไก/ Robot arena<br>- ห้องประชุมและสัมมนา<br>- innovation room ซื้อขายหุ่นยนต์ |
| 6. เพื่อสร้างแรงบันดาลใจของคนรุ่นในอนาคตให้พัฒนาเทคโนโลยีประเทศแต่ไม่หลงลืม | - แสดงผลงานการออกแบบหุ่นยนต์ที่มีคุณภาพ<br>- แสดงหุ่นยนต์ฝีมือคนไทย<br>- มีการนำผู้สนใจไปดูงานยังส่วน | - นิทรรศการชั่วคราว<br>- นิทรรศการถาวร<br>- ลานกิจกรรม/ลานทดลองหุ่นยนต์และ |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| | | |
|---|---|---|
| ความเป็นไทย | ต่างๆในส่วนวิจัย<br>- แข่งขันหุ่นยนต์ระดับนานาชาติ | กลไก/สนามแข่งหุ่นยนต์<br>- ห้องสมุดเทคโนโลยี<br>- Robot arena |

**Scope of work โครงการพื้นที่ทั้งหมด** 4,040 ตารางเมตร

1. ส่วนสาธารณะ เป็นพื้นที่บริการที่ประกอบด้วยส่วนต้อนรับ ลานกิจกรรม พื้นที่ทั้งหมด 215 ตารางเมตร รองรับสูงสุด 120 คน

1.1 โถงทางเข้า

1.2 ส่วนประชาสัมพันธ์และลงทะเบียน

1.3 ส่วนพักคอย

2. ส่วนส่งเสริมการศึกษา ส่วนที่ให้การส่งเสริมด้านการศึกษาประกอบด้วยห้องสมุดและห้องจัดนิทรรศการ พื้นที่ทั้งหมด 750 ตารางเมตร รองรับสูงสุด 120 คน

2.1 ห้องจัดนิทรรศการ ( Exhibition room) เพื่อส่งเสริมความรู้เข้าใจเทคโนโลยีหุ่นยนต์และกลไกมีทั้งนิทรรศการถาวรและชั่วคราว

2.2 ห้องสมุดเทคโนโลยี

3.ส่วนทดลอง วิจัย และค้นคว้า หุ่นยนต์และกลไก พื้นที่ทั้งหมด 1,985 ตารางเมตร รองรับสูงสุด 75คน

3.1 ห้องทดลอง ค้นคว้า เก็บข้อมูล และประกอบหุ่นยนต์

3.2 ลานทดลองหุ่นยนต์และกลไก แสดงผลงาน

3.3 ห้องประชุมงานและออกแบบวางแผน

3.4 สนามรองรับการแข่งขันหุ่นยนต์

4.ส่วนบริการ สัมมนาและรับรอง พื้นที่ทั้งหมด 770 ตารางเมตร รองรับสูงสุด 200 คน

4.1 ห้องสัมมนา,ห้องประชุม โชวืนวัตกรรม และส่วนเตรียมอาหารว่างและเครื่องดื่ม

4.2 โรงอาหาร

5. สำนักงาน พื้นที่ทั้งหมด 320.24 ตารางเมตร รองรับสูงสุด 45 คน

5.1 สำนักงานส่วนบริหาร

5.2 สำนักงานส่วนวิจัยและทดลอง

5.3 สำนักงานส่วนประชาสัมพันธ์

5.4 สำนักงานฝ่ายทะเบียน

5.5 สำนักงานฝ่ายอาคาร

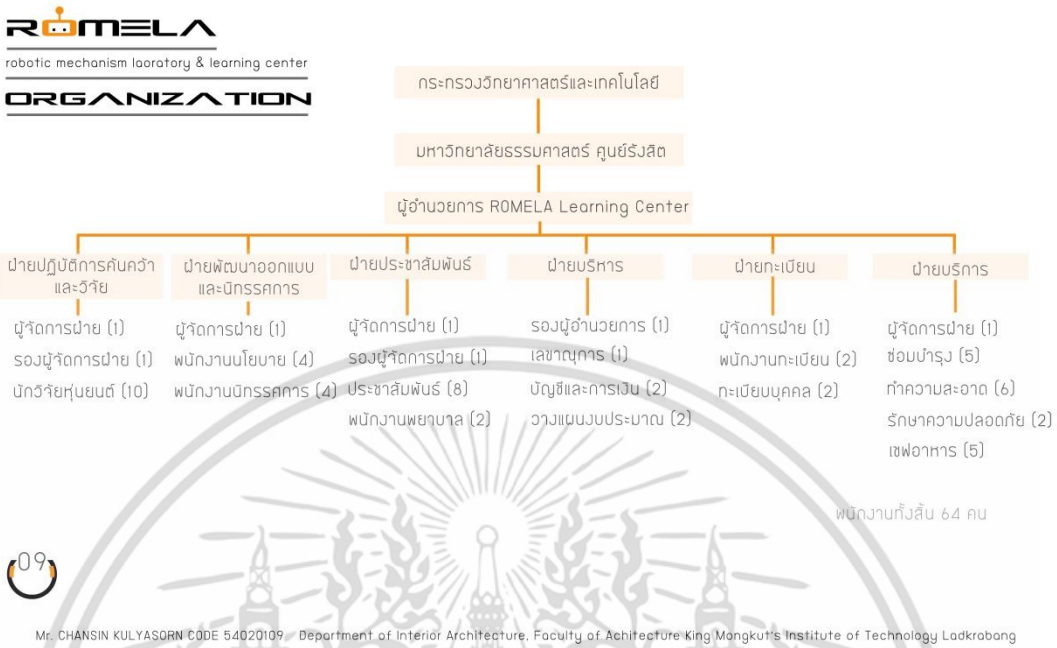
5.6 สำนักงานฝ่ายรักษาความปลอดภัย

5.7 ฝ่ายบริการ

6.จอดรถ พื้นที่ทั้งหมด 1,560 ตารางเมตร รองรับสูงสุด 120 คัน พื้นที่/หน่วย = 13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.2.5 สายการบริหารและอัตรากำลัง



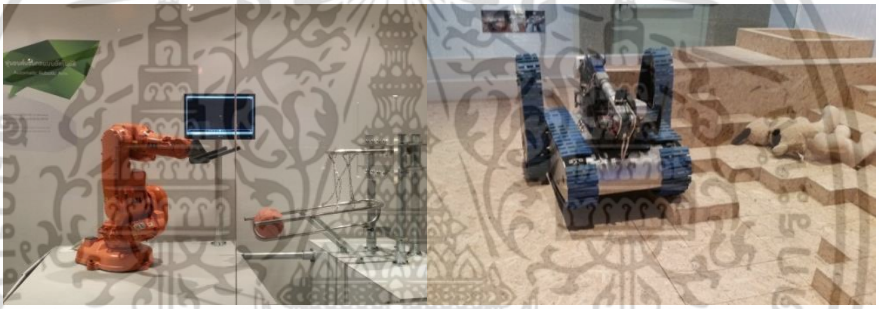

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.3 กรณีศึกษาเปรียบเทียบ

### 2.3.1 กรณีศึกษาการจัดแสดงนิทรรศการ

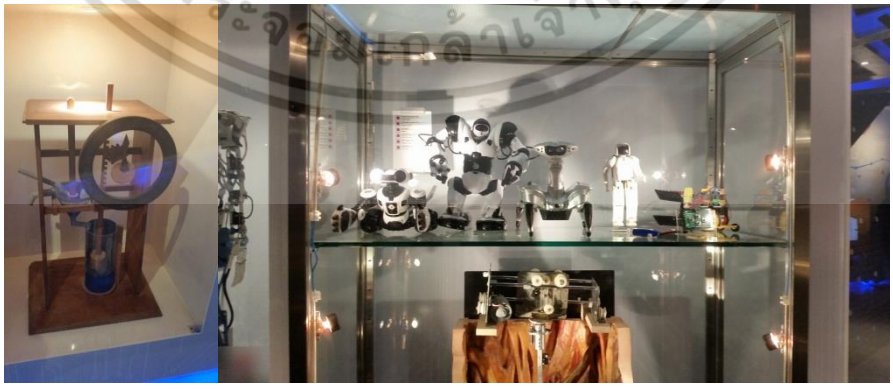
**กรณีศึกษาที่ 1 ส่วนนิทรรศการ : 1. พิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์**

พิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์ที่มีเรื่องราวมีการจัดแสดงเป็นเนื้อหาต่างๆ ในแต่ละชั้น เช่น นิทรรศการหมุนเวียน ประวัติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไทย พลังงาน วิทยาศาสตร์ในชีวิตประจำวัน และภูมิปัญญาไทย ในชั้นที่ 5. เนื้อหาเกี่ยวกับ ร่างกายของเรา การคมนาคม คุณภาพชีวิต วิทยาศาสตร์ในบ้าน และอนาคต



**รูปภาพที่ 2.37 ภาพตัวอย่างการจัดแสดงภายในพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์**

นิทรรศการส่วนนี้จัดแสดงวิสัยทัศน์ต่ออนาคตมีเรื่องราวของหุ่นยนต์ทั่วไปทั้งในและนอกประเทศ มีนวัตกรรมของหุ่นยนต์ในแต่ละยุคสมัย มีการนำเสนอเรื่องราวและมีตัวอย่างให้เห็นจริงๆ



**รูปภาพที่ 2.38 ภาพตัวอย่างการจัดแสดงภายในพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์**

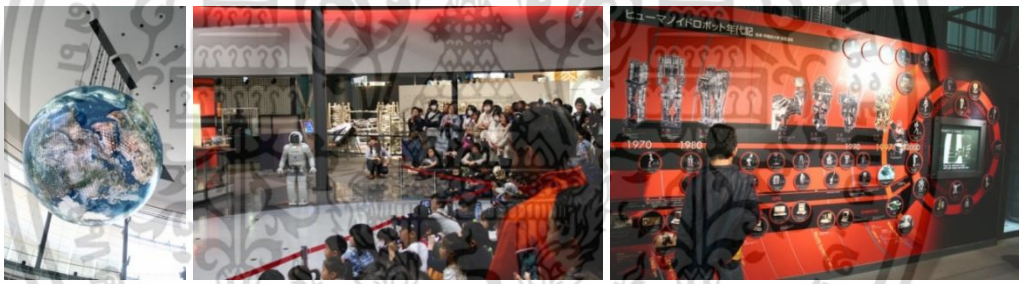
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**กรณีศึกษาที่ 1 ส่วนนิทรรศการ : 2. National Museum of Emerging Science and Innovation**

Miraikan

**รูปภาพที่ 2.39** ภาพอาคารพิพิธภัณฑ์และโลโก้ของตัวพิพิธภัณฑ์

เป็นพิพิธภัณฑ์แสดงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี นวัตกรรม ที่เกิดขึ้นใหม่ ภายในมีการแสดงงานเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่น่าสนใจมีการจักแสดงแบบเห็นตัวอย่าง สามารถสาธิตการทำงานให้ได้ดูเห็นจริงๆ หุ่นยนต์ขยับได้



**รูปภาพที่ 2.40** ลูกโลกLEDแสดงสภาพอากาศ การโชว์หุ่นยนต์ asimo และ timeline ประวัติหุ่นยนต์ของญี่ปุ่น

ชั้น 3F The permanent exhibition "Create Your Future" นิทรรศการของหุ่นยนต์ต่าง ๆ เช่น Sony Aibo น้องหมาหุ่นยนต์, Paro หุ่นยนต์สำหรับการบำบัด, หุ่นยนต์แบบ swarm, Halluc II หุ่นยนต์ที่ใช้ล้อและขาร่วมกันในการเคลื่อนที่, หุ่นยนต์นาโน, หุ่นยนต์ที่ใช้แมลงควบคุมกลไกหุ่นยนต์อีกที, แขนหุ่นยนต์ ให้ผู้เข้าชมลองควบคุมได้

รูปภาพที่ 2.41 **ภาพหุ่นยนต์ตัวอย่างที่มีการจัดแสดงให้ได้เห็น สามารถเข้าไปบังคับหรือจับต้องได้**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**สิ่งที่จะได้จาก Case Study : ส่วนนิทรรศการ**

**ข้อดี**

**วิธีการจัดแสดง :** นิทรรศการทางการศึกษา เป็นนิทรรศการที่มุ่งจัดเพื่อการศึกษาและให้ข้อมูลความรู้ทางวิชาการแก่ผู้ชมโดยเฉพาะอาจจัดเป็นเฉพาะเรื่องหรือจัดในแบบความรู้กว้างๆ นิทรรศการโดยทั่วไปแทบทุกประเภทจะมีจุดประสงค์เพื่อการศึกษาแฝงอยู่ด้วยเสมอมีการจัดแสดงแบบใช้ตัวของจริงนำมาจัดแสดงโชว์ประเภท

Object / Model เป็นวัตถุ 3 มิติ

Electronic Board เป็น Board ที่ใช้อุปกรณ์เข้าช่วยในการจัดแสดงเพื่อเพิ่มความน่าสนใจ และสามารถตอบสนองสัมผัสประสาทได้มากกว่าการใช้สายตาอย่างเดียว

Equipment เป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าอิเลคทรอนิกส์

**วิธีการใช้แสง :** มีการใช้แสงจากภายนอกเพื่อประหยัดพลังงาน และเน้นแสงเฉพาะจุดกับส่วนที่ต้องการแสดง

**วิธีการสัญจร :** ใช้การสัญจรแบบ CENTER ARRANGEMENT

เป็นการรวมเอาระบบการจัดทั้ง 2 ลักษณะเข้าด้วยกันคือ

1. ROOM TO ROOM ARRANGMENT เป็นการจัดแสดงที่ให้ผู้ชมเดินเรื่อยๆโดยไม่ต้องย้อนกลับทำให้ชมได้ทั่วถึงตามลำดับ อาจจะใช้ห้องใหญ่ห้องหนึ่งแล้วกั้นเป็นส่วนๆ

2.CORRIDOR TO ROOM ARRANGMENT การจัดกลุ่มห้องแสดงลักษณะนี้มีลักษณะเป็นทางเดินย่อย แล้วมีทางแยกออกไปยังห้องแสดงส่วนต่างๆแต่ละห้อง มีทางออก ทางเข้า โดยไม่ต้องผ่านห้องอื่น และส่วนทางเดินอาจใช้เป็นที่แสดงภาพได้อีกด้วย

ลักษณะคือ มีห้องโถงกลางเป็นตัวกลางแยกสู่ห้องต่างๆ แต่ละห้องสามารถติดต่อถึงกันได้ เมื่อเปิดห้องใดห้องหนึ่งก็สามารถใช้ COURT หรือ HALL เป็นจุดจ่ายไปยังห้องแสดงต่างๆได้

**ข้อด้อย** เนื่องการมีการใช้ตัวอย่างจริงในการจัดแสดง จึงทำให้ต้องมีการบำรุงรักษาหุ่นยนต์หรือวัตถุจัดแสดงอยู่เป็นประจำ เพราะมีการใช้งานที่บ่อยและตลอดเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.3.2 กรณีศึกษาสนามประลองหุ่นยนต์(ROBOT ARENA)

**กรณีศึกษาสนามประลองหุ่นยนต์ ROBOT ARENA : BATTLEBOTS ช่อง ABC สนาม BATTLEBOX**

**รูปภาพที่ 2.42** logo battlebots

BattleBots เป็นทีวีซีรีส์การแข่งขันอเมริกา เป็นการออกแบบหุ่นยนต์ต่อสู้แข่งและทำงานควบคุมระยะไกล ติดเครื่องมือและชุดเกราะที่ออกแบบมาเพื่อต่อสู้ในเวที มีการแข่งขันมาแล้วห้าฤดูกาล BattleBots ออกอากาศในอเมริกากลางและเป็นเจ้าภาพโดย Bil Dwyer

**รูปภาพที่ 2.43** สนาม Battle box (2015)

The BattleBox is a 48' x 48' square arena designed to protect the drivers, officials, and audience from flying shrapnel and charging bots. It has a steel floor and steel-framed walls and roof paneled with thick, bulletproof polycarbonate plastic. The teams bring their robots in through doorways, which are sealed after all humans have exited. The drivers control their machines from outside the sealed arena.

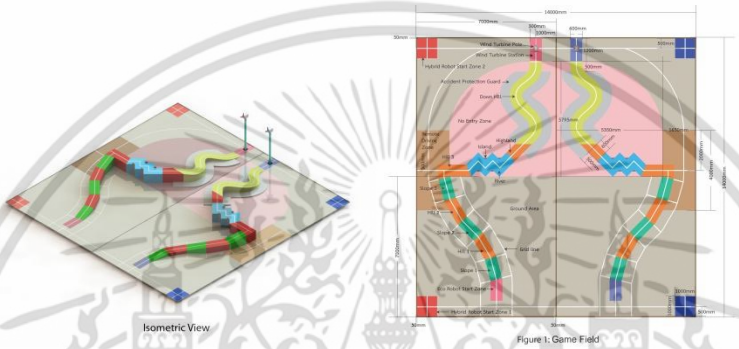
**รูปภาพที่ 2.44** ภาพระหว่างการประลองหุ่นยนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## กรณีศึกษาสนามประลองหุ่นยนต์ ROBOT ARENA : ABU ROBOCON CONTEST

เอบียูโรบอตคอนเทสต์ (อังกฤษ: ABU Robot Contest หรือที่เรียกสั้นๆ ว่า ABU Robocon) เป็นการการแข่งขันหุ่นยนต์ของนักเรียน นักศึกษาในระดับอาชีวศึกษา และอุดมศึกษา ที่จัดขึ้นเป็นประจำทุกปี โดยจะมีประเทศที่เป็นสมาชิกของเอบียูหมุนเวียนจัดเปลี่ยนกันเป็นเจ้าภาพในทุกปี ซึ่งยังคงจัดการแข่งขันอยู่จนถึงปัจจุบัน

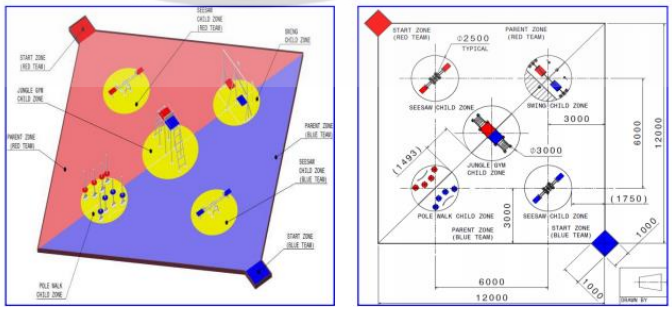
สนามประลอง ขนาดจะแตกต่างกันไปตามกฎเกณฑ์ของแต่ละปีนั้นๆ ขนาดคร่าวๆโดยประมาณจะไม่เกิน 20x20 เมตร สูงประมาณ 5-10 เซนติเมตร




**รูปภาพที่ 2.45** ภาพตัวอย่างของสนามประลองปี 2016

ตัวอย่างกฎของสนามปี 2015

สนามการแข่งขันหุ่นยนต์มีขนาด 12,000 มม. X 12,000 มม. ล้อมรอบด้วยรั้วไม้ที่มีความสูง 50 มม. และหนา 30 มม.ทีมเข้าแข่งขันแบ่งเป็นทีมสีแดงและสีน้ำเงิน สนามการแข่งขันประกอบด้วย Parent Zone 2 แห่ง ( สีแดงและสีน้ำเงิน ) และมีChild Zone 5 แห่ง (บริเวณปฏิบัติภารกิจ) ซึ่ง Child robotจะปฏิบัติภารกิจใน ChildZone โดยภารกิจแรกของทั้งสองทีม (แดงและน้ำเงิน) จะเหมือนกันภายในโซนของตนเองที่แยกจากกัน สำหรับภารกิจที่เหลือใน Child Zone จะแบ่งครึ่งเป็น 2 ส่วนด้วยเทปสีขาวแบบไม่เงาที่มีความกว้าง 30 มม. ทุกทีมควรจะเล่นในพื้นที่ Child Zone ของตนเองสนามแข่งขันประกอบด้วยจุดเริ่มต้น (Start Zone) ของฝ่ายสีแดงและสีน้ าเงินทีมละ 1 แห่งพื้นที่ของจุดเริ่มมี ขนาด 1,000 มม. X 1,000 มม.



**รูปภาพที่ 2.46** ภาพตัวอย่างของสนามประลองปี 2014

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**สิ่งที่จะได้จาก Case Study : ส่วนสนามประลองหุ่นยนต์**

**ข้อดี**

**ขนาดของสนามประลองหุ่นยนต์ :** สนามประลองขนาด ไม่เกิน 400 ตารางเมตร มีการป้องกันอย่างดีแยกพื้นที่ประลองและพื้นที่สำหรับผู้ชม เว้นระยะห่างจากสนามประมาณ 2 เมตร มีการแบ่งสนามเป็นพื้นที่ของสองส่วน โดยใช้สีแยกพื้นที่ของแต่ละฝั่ง

**วัสดุของสนามประลองหุ่นยนต์ :** เฟรมโครงของสนามเป็นโครงเหล็ก และปิดด้วยโพลีคาร์บอเนตกันกระสุนเพื่อนความปลอดภัยและแข็งแรง

**การใช้แสงของสนามประลองหุ่นยนต์ :** มีการจัดแสงสีให้สนุกสนานตระการตาแสงเน้นที่ตรงกลางสนามประลอง

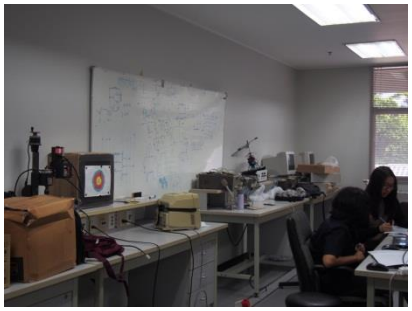
**ส่วนเพิ่มเติมของสนามประลองหุ่นยนต์ :** จอฉายLED ตรงกลางขนาดใหญ่ แสดง score ของทั้งสองฝั่ง

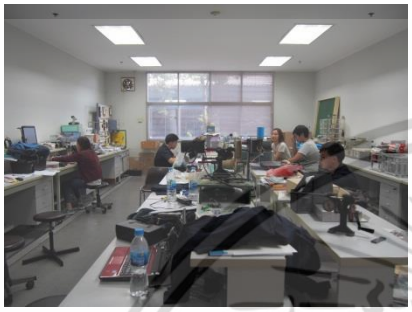
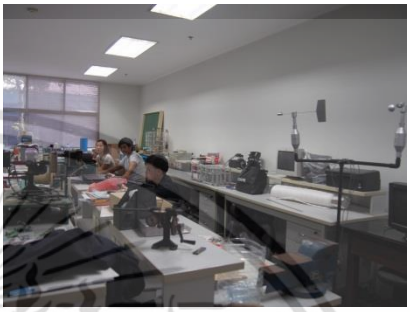
**ข้อด้อย** ผู้ชมจะต้องชมการแข่งขันที่ระยะไกลพอสมควรจากลานประลองเพื่อความปลอดภัย ทำให้มองการแข่งขันได้ไม่ชัดเจนนัก จึงอาจจะต้องมีจอแสดงการแข่งขันสดเพิ่มคนที่อยู่ในระยะไกลออกไปได้ชมการแข่งขันได้อย่างชัดเจน

### 2.3.2 กรณีศึกษาห้องปฏิบัติการวิทยาการหุ่นยนต์

**กรณีศึกษาห้องปฏิบัติการวิทยาการหุ่นยนต์ :** ห้องปฏิบัติการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



**รูปภาพที่ 2.47** ห้องปฏิบัติการณ์ของคณะวิศวกรรมศาสตร์

ขนาดพื้นที่ของห้องปฏิบัติการ 1 ห้อง กว้าง 5 เมตร ยาว 10 เมตร สูง 2.5 เมตร แบบเรียบง่ายมีโต๊ะปฏิบัติงานวางอยู่โดยรอบห้องโต๊ะสูง 0.80 เมตร ใช้วางอุปกรณ์สำหรับประกอบหุ่นยนต์ และมีโต๊ะสำหรับวางคอมพิวเตอร์ใช้สำหรับเขียนโปรแกรมของหุ่นยนต์

## สิ่งที่จะได้จาก Case Study : ส่วนสนามประลองหุ่นยนต์

ขนาดพื้นที่ของห้องปฏิบัติการณ์ต่อการประกอบหุ่นยนต์หนึ่งตัว ประมาณ 50 ตารางเมตร และมีพื้นที่ภายในสามารถวางอุปกรณ์ที่จำเป็นสำหรับหุ่นยนต์นั้นๆอย่างพอเพียง และแสงสว่างสำหรับการทำงาน

**ข้อด้อย** ยังขาดพื้นที่สำหรับทดสอบหุ่นยนต์ในบริเวณกว้างสำหรับหุ่นยนต์เคลื่อนที่เพราะหุ่นยนต์ต้องการพื้นที่สำหรับทดสอบเดินหรือเคลื่อนที่เพื่อดูการทำงานที่เหมาะสมหรือไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

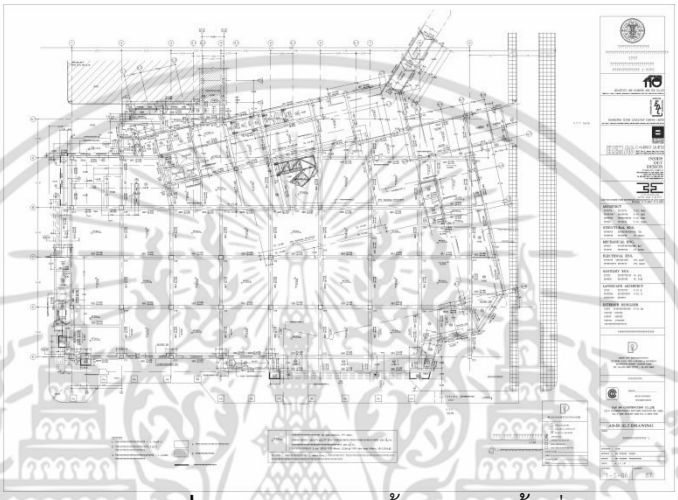
## 2.4 ระบบสภาพแวดล้อมภายในอาคาร และวัสดุในการตกแต่งภายใน

### 2.4.1 ลักษณะทางสถาปัตยกรรม

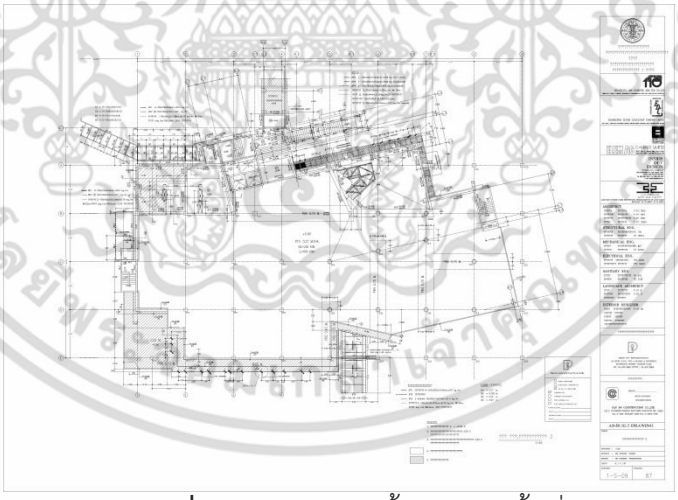
ตัวอาคารเน้นการเข้าถึงใช้งานง่ายโดยอยู่ศูนย์กลางมหาวิทยาลัยติดถนนหลัก มีการออกแบบสถาปัตยกรรมเพื่อให้ประหยัดพลังงาน โดยใช้ครีบกันแดดทางตั้ง เพื่อบังแดดตัวอาคารภายในโล่งงกว้าง เพื่อให้รับแสงจากภายนอกมาใช้ได้ง่ายและทั่วถึง

### 2.4.2 ระบบโครงสร้างอาคาร

ชั้นที่ 1 มีการวางพื้นสำเร็จ แล้วเทพื้นทับ ส่วนชั้นที่ 2-5 เป็นการหล่อพื้นแบบ post tention

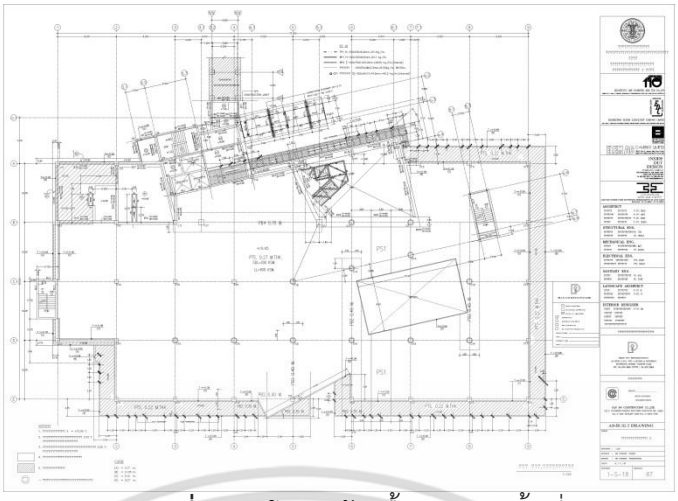


**รูปภาพที่ 2.48** โครงสร้างพื้นและคานชั้นที่ 1

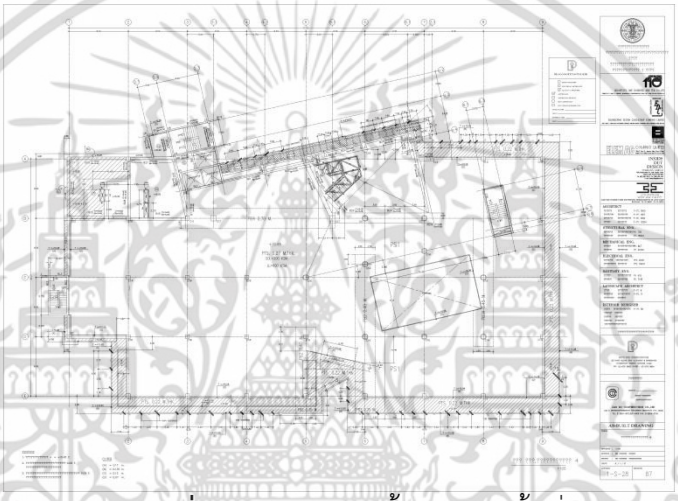


**รูปภาพที่ 2.49** โครงสร้างพื้นและคานชั้นที่ 2

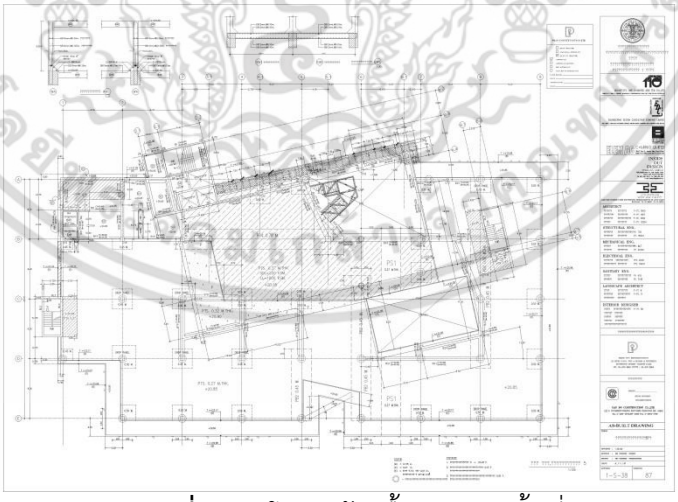
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



**รูปภาพที่ 2.50** โครงสร้างพื้นและคานชั้นที่ 3



**รูปภาพที่ 2.51** โครงสร้างพื้นและคานชั้นที่ 4

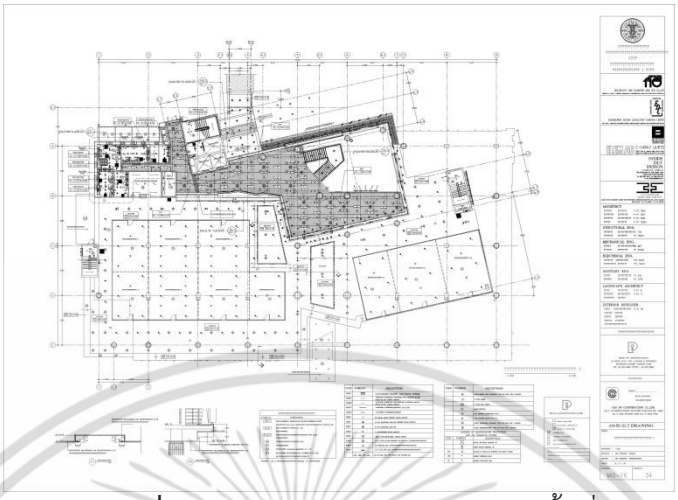


**รูปภาพที่ 2.52** โครงสร้างพื้นและคานชั้นที่ 5

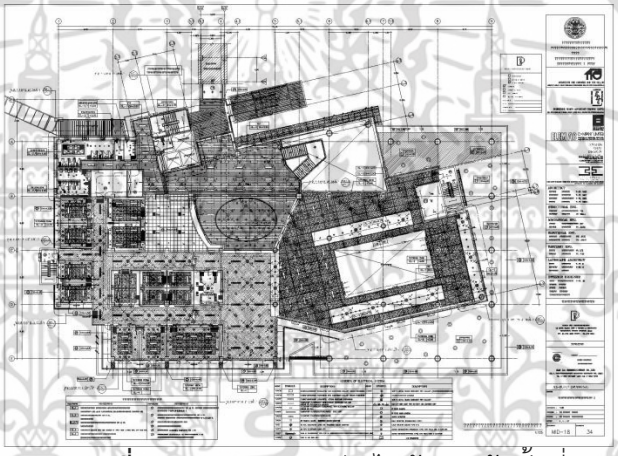
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.4.3 ระบบสภาพแวดล้อมภายในอาคาร

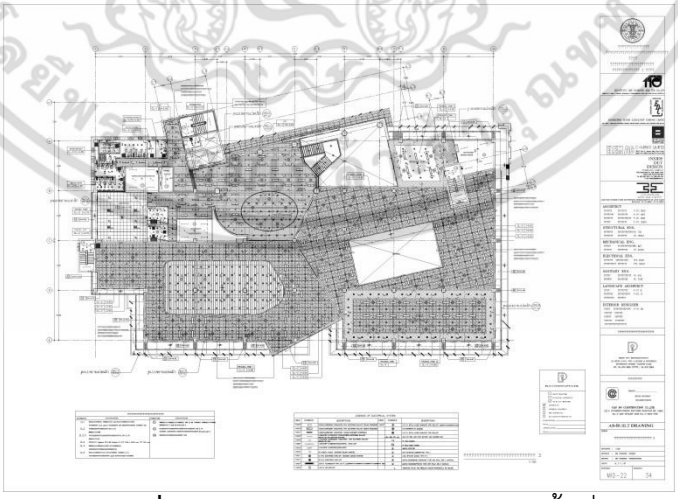
2.4.3.1 ระบบแสงสว่างไฟฟ้าและฝ้า



**รูปภาพที่ 2.53** ระบบแสงสว่างไฟฟ้าและฝ้าชั้นที่ 1

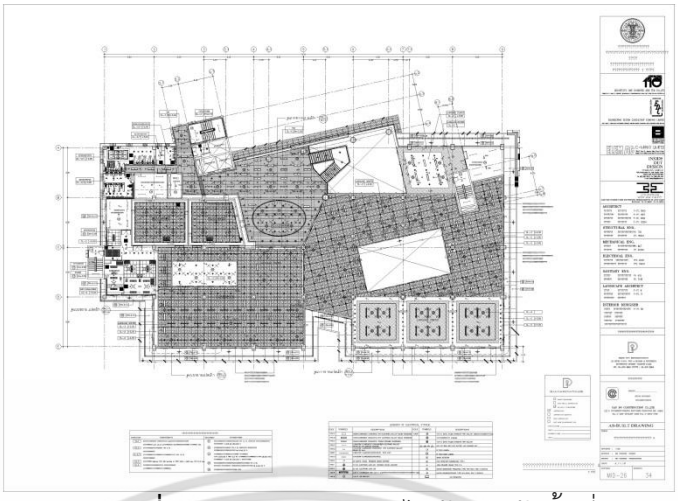


**รูปภาพที่ 2.54** ระบบแสงสว่างไฟฟ้าและฝ้าชั้นที่ 2

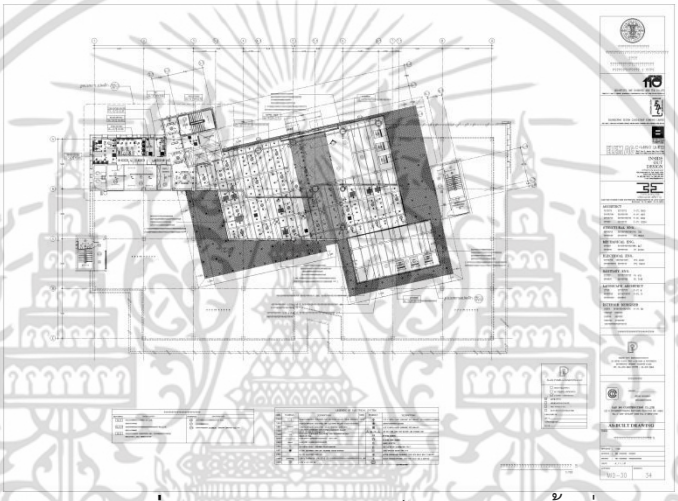


**รูปภาพที่ 2.55** ระบบแสงสว่างไฟฟ้าและฝ้าชั้นที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

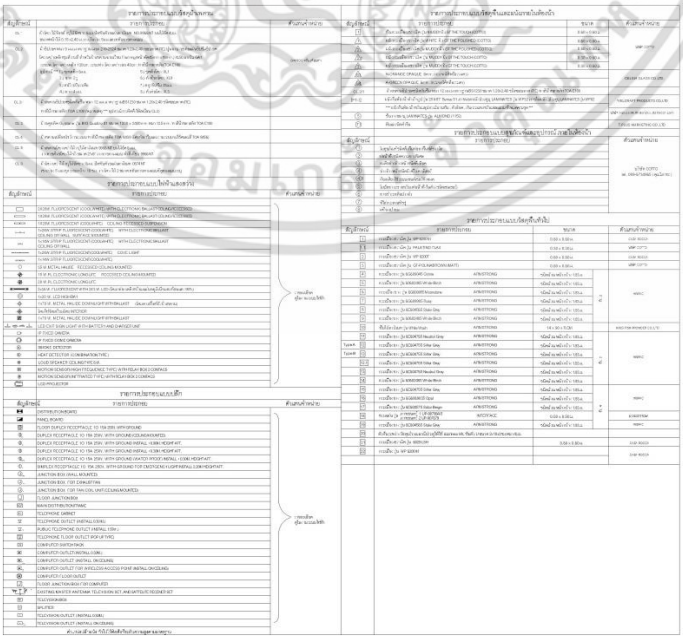


**รูปภาพที่ 2.56** ระบบแสงสว่างไฟฟ้าและฝ้าชั้นที่ 4



**รูปภาพที่ 2.57** ระบบแสงสว่างไฟฟ้าและฝ้าชั้นที่ 5

2.4.3.2 วัสดุในการตกแต่งภายใน



**รูปภาพที่ 2.58** รายการประกอบแบบวัสดุตกแต่งภายใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 3

# กลุ่มเป้าหมาย พฤติกรรม และพื้นที่ที่ต้องการ

## 3.1 ลักษณะกลุ่มเป้าหมายของโครงการ

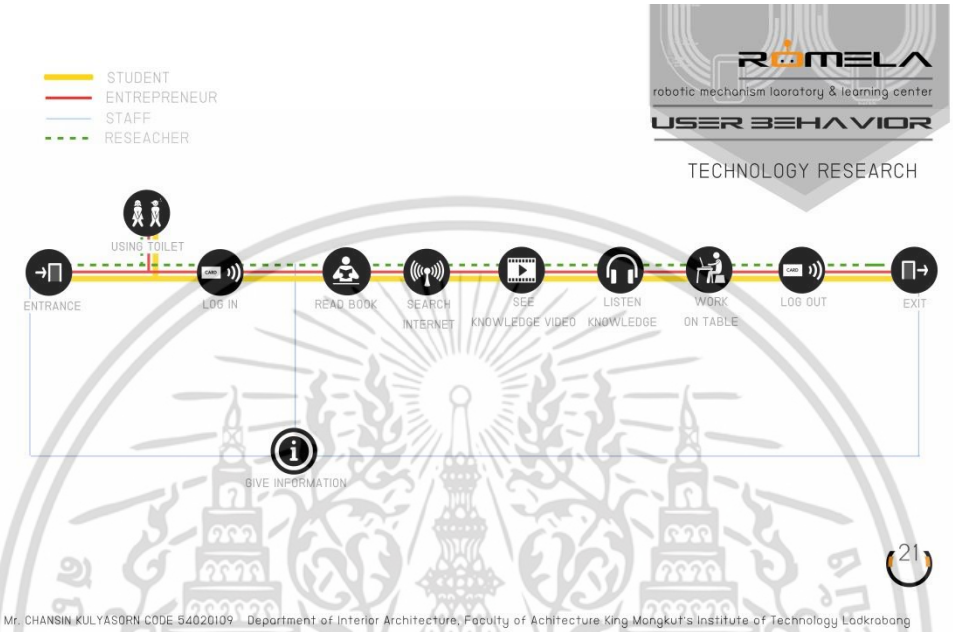
| กลุ่มเป้าหมาย | ความต้องการกลุ่มเป้าหมาย |
|---|---|
| เป้าหมายหลัก<br>6. เด็ก เยาวชน นักศึกษา | ● มีความสนใจในเรื่องเทคโนโลยี หุ่นยนต์และกลไก<br>● อยากมีความรู้เรื่องหุ่นยนต์ การประกอบหุ่นยนต์<br>● อยากสร้างผลงานหุ่นยนต์ที่ตนเองชอบ<br>● ดูหุ่นยนต์ที่ทันสมัยและได้ลองจับต้องผลงานจริง |
| เป้าหมายหลัก<br>7. นายทุนและผู้ประกอบการ | ● ซื้อขายหุ่นยนต์ที่สามารถนำมาใช้งานได้จริง<br>● ดูการสาธิตหุ่นยนต์ที่สนใจ<br>● ต้องการเทคโนโลยีไปใช้งานจริง |
| เป้าหมายหลัก<br>8. นักวิจัยและทดลองหุ่นยนต์ | ● แลกเปลี่ยนข้อมูลความรู้หุ่นยนต์<br>● แข่งขันหุ่นยนต์เพื่อพัฒนาต่อไป |
| เป้าหมายรอง<br>9. ครอบครัว | ● สร้างความสัมพันธ์ในครอบครัว<br>● ใช้เวลาทำกิจกรรมร่วมกัน |
| เป้าหมายรอง<br>10. บุคคลทั่วไปที่สนใจ | ● ได้รับความรู้ตั้งแต่ต้น และสนใจสร้างสรรค์ความคิด<br>● ใช้เวลาว่างให้เกิดประโยชน์ |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 3.2 พฤติกรรมของผู้รับบริการ

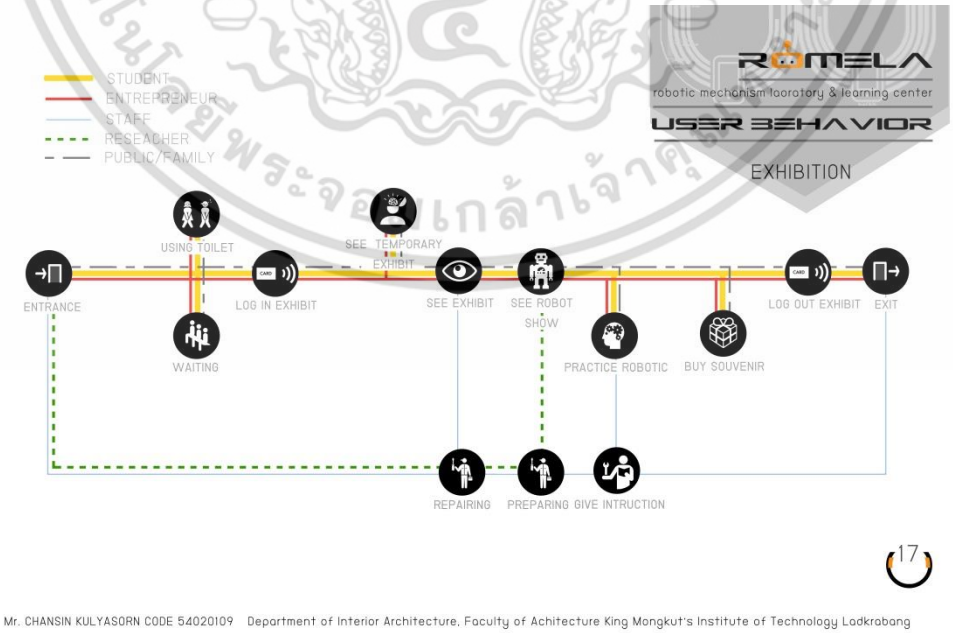
เป็นพฤติกรรมที่อยากให้ผู้ใช้บริการได้รับประสบการณ์ที่สะดวกสบาย ผ่านขั้นตอนไม่มาก

3.2.1 ผู้เข้าใช้ห้องสืบค้นเทคโนโลยี




**รูปที่ 3.1 พฤติกรรมการใช้ห้องสืบค้น**

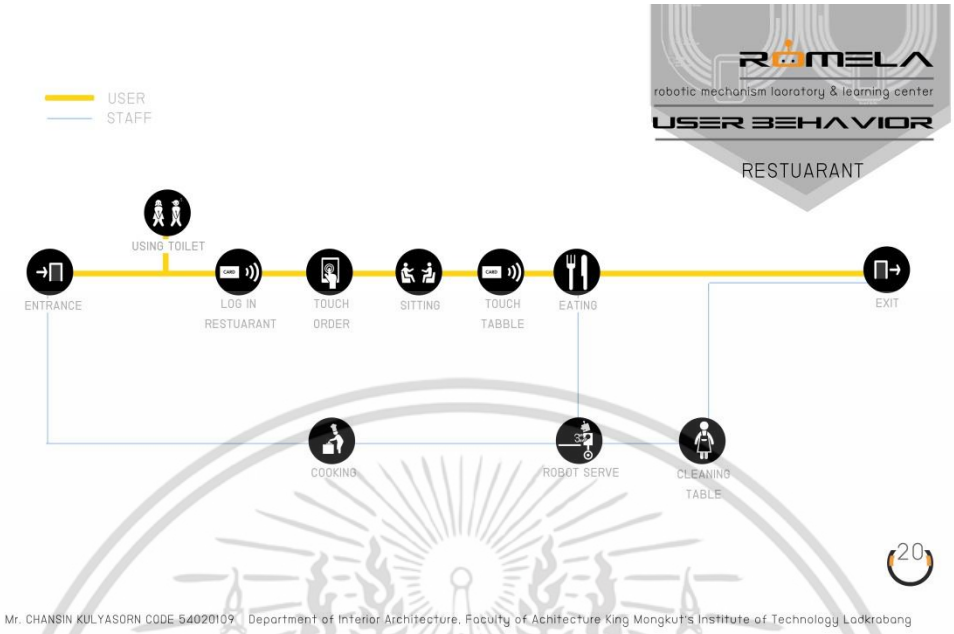
3.2.2 ผู้เข้าชมนิทรรศการ




**รูปที่ 3.2** พฤติกรรมการเข้าชมนิทรรศการ

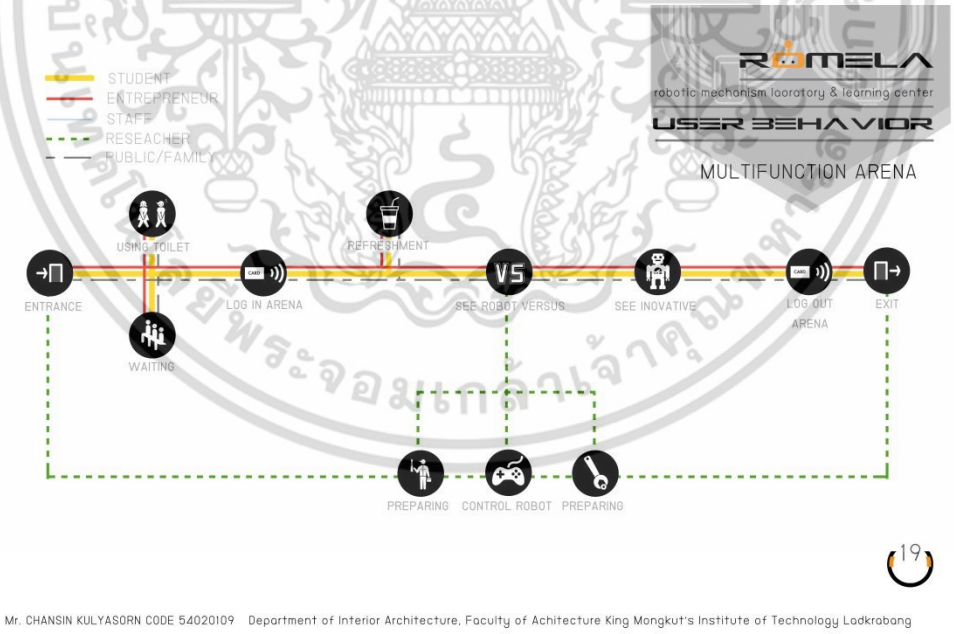
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.3 ผู้มารับประทานอาหาร




**รูปที่ 3.3 พฤติกรรมการรับประทานอาหาร**

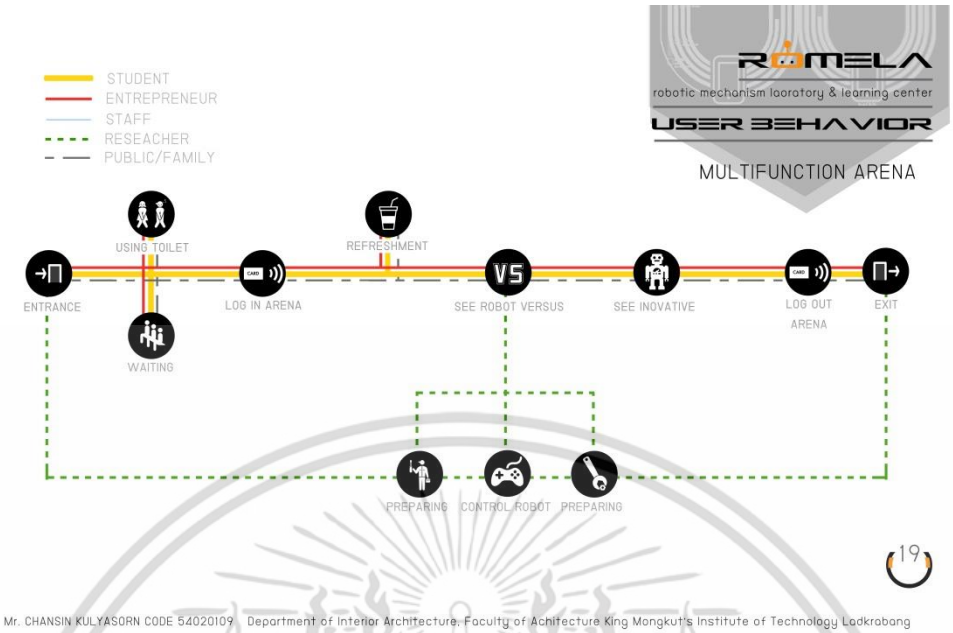
3.2.4 ผู้เข้าชมการประลองหุ่นยนต์




**รูปที่ 3.4 พฤติกรรมเข้าชมประลองหุ่น**

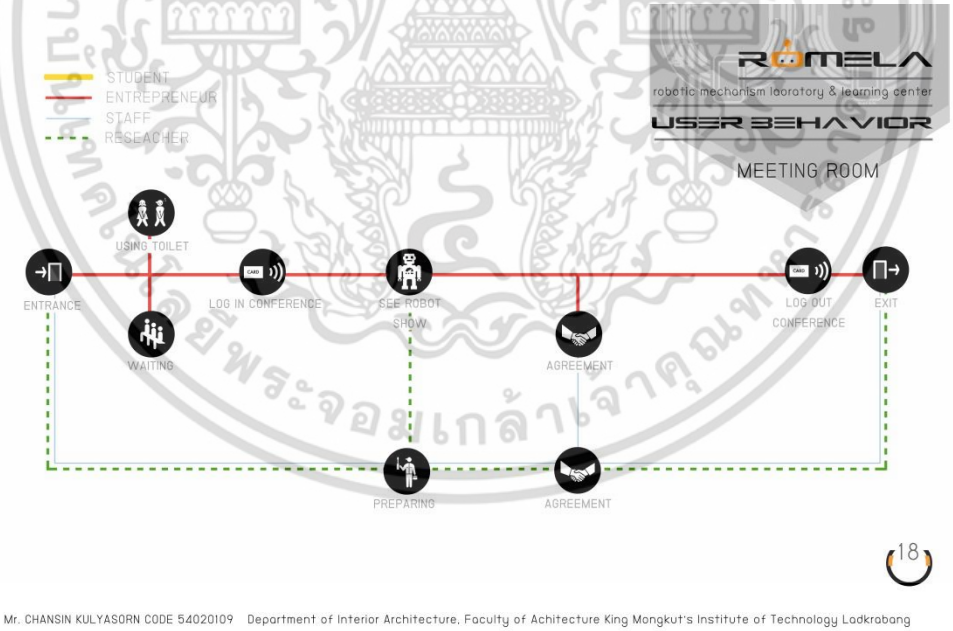
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.4 ผู้เข้าชมลานนวัตกรรม




**รูปที่ 3.5 พฤติกรรมการชมงานอีเว้นท์**

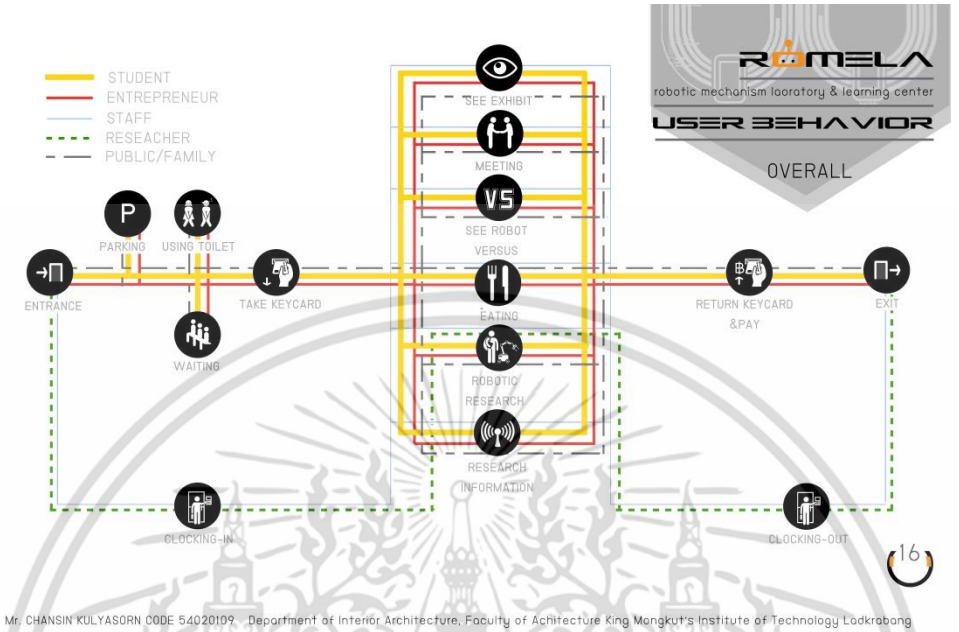
3.2.5 ผู้เข้าประชุมและซื้อขายหุ่นยนต์




**รูปที่ 3.6 พฤติกรรมการใช้ห้องประชุม**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.6 ผู้เข้ามาพักผ่อน ทำกิจกรรมกับครอบครัว




**รูปที่ 3.7 พฤติกรรมขอผู้เข้ามาพักผ่อน**

## 3.3 พฤติกรรมของผู้ให้บริการ

3.3.1 ฝ่ายค้นคว้าและวิจัย ทำหน้าที่ดูแลในส่วนเกี่ยวกับการวิจัยและทดลองหุ่นยนต์และการสาธิตการใช้งานหุ่นยนต์ให้ความรู้ในส่วนของนิทรรศการด้วย

3.3.1.1 ผู้จัดการฝ่าย 1 ตำแหน่ง ทำหน้าที่ดูแลความเรียบร้อยในการทำงานของพนักงานภายในฝ่ายค้นคว้าและวิจัย ติดต่อประสานงานเพื่อรับคำสั่งจากผู้อำนวยการ หรือรองผู้อำนวยการเพื่อนำไปปฏิบัติต่อไป

3.3.1.2 รองผู้จัดการฝ่าย 1 ตำแหน่ง ทำหน้าที่ทำหน้าที่ช่วยผู้จัดการฝ่าย และประสานงานในฝ่ายค้นคว้าและวิจัย

3.3.1.3 นักวิจัยหุ่นยนต์ 10 ตำแหน่ง ทำหน้าที่คิดค้นออกแบบ และสร้างประกอบหุ่นยนต์ รวมถึงการเขียนโปรแกรมควบคุม พร้อมยังนำไปทดสอบและสาธิตด้วย

3.3.2 ฝ่ายพัฒนาและออกแบบนิทรรศการ ทำหน้าที่ดูแลในส่วนเกี่ยวกับนิทรรศการและการปรับปรุงเนื้อหาที่จัดแสดงให้ทันสมัย และน่าสนใจกับยุค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2.1 ผู้จัดการฝ่าย 1 ตำแหน่ง ทำหน้าที่ดูแลความเรียบร้อยในการทำงานของพนักงานภายในพัฒนาและออกแบบนิทรรศการ ติดต่อประสานงานเพื่อรับคำสั่งจากผู้อำนวยการ หรือรองผู้อำนวยการเพื่อนำไปปฏิบัติต่อไป

3.3.2.2 พนักงานนโยบาย 4 ตำแหน่ง ทำหน้าที่คิดแนวทางการนำเสนอประยุกต์ข้อมูลของนิทรรศการ หาเรื่องการนำเสนอใหม่ๆ ที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีมาจัดนิทรรศการชั่วคราว และปรับปรุงเนื้อหานิทรรศการถาวรให้ทันสมัยตลอดเวลา

3.3.2.3 พนักงานนิทรรศการ 4 ตำแหน่ง ทำหน้าที่ให้คำปรึกษาและดูแลความเรียบร้อยในส่วนนิทรรศการ

3.3.3 ฝ่ายบริหาร หน้าที่กำหนดนโยบายการทำงานของพนักงาน และดูแลระบบการทำงานให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

3.3.3.1 ผู้อำนวยการ 1 ตำแหน่ง เป็นผู้ควบคุมดูแลการบริหารงานทั้งหมดของศูนย์ ต้อนรับสมาชิกพิเศษ ซึ่งอาจเป็นบุคคลที่เป็นที่รู้จักกันในวงการธุรกิจ นักลงทุนหรือ ผู้ทำธุรกิจกับเจ้าของโครงการ

3.3.3.2 รองผู้อำนวยการ 1 ตำแหน่ง ทำหน้าที่เป็นผู้ช่วยผู้อำนวยการ โดยการนำแนวทางไปบริหารอีกทีหนึ่ง ทำหน้าที่ประสานงานกับผู้จัดการฝ่ายดำเนินนโยบายต่างๆ ขยายคำสั่งการของผู้อำนวยการลงไปในฝ่ายต่างๆ

3.3.3.3 เลขานุการ 1 ตำแหน่ง เป็นผู้รวบรวมเอกสารของทุกฝ่าย เสนอต่อผู้อำนวยการและผู้จัดการ รวมถึงผู้จัดการฝ่ายจัดตารางเวลา และรับนัดหมายจากบุคคลที่มาติดต่อกับทางศูนย์ ประสานงานกับฝ่ายต่างๆ

3.3.3.4 บัญชีและการเงิน 2 ตำแหน่ง มีหน้าที่ตรวจสอบรายรับ-จ่าย ทั้งหมดของศูนย์ การจัดซื้อวัสดุต่างๆ

3.3.3.5 วางแผนงบประมาณ 2 ตำแหน่ง เป็นผู้ทำการเสนองบประมาณรายจ่ายประจำปี ควบคุม และวางแผนรายรับรายจ่ายทั้งหมด

3.3.4 ฝ่ายทะเบียน หน้าที่รวบรวมรายชื่อของสมาชิกและพนักงานภายในศูนย์ตลอดจนผู้ใช้งานและนักวิจัย

3.3.4.1 ผู้จัดการฝ่าย 1 ตำแหน่ง ทำหน้าที่ดูแลความเรียบร้อยในการทำงานของพนักงานภายในหน้าที่รวบรวมรายชื่อทั้งหมด ติดต่อประสานงานเพื่อรับคำสั่งจากผู้อำนวยการ หรือรองผู้อำนวยการเพื่อนำไปปฏิบัติต่อไป

3.3.4.2 พนักงานทะเบียน 2 ตำแหน่ง หน้าที่รวบรวมและจัดเก็บรายชื่อของพนักงานในแผนกต่างๆภายในศูนย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.4.3 ทะเบียนบุคคล 2 ตำแหน่ง ทำหน้าที่รวบรวมและจัดเก็บรายชื่อของสมาผู้ใช้งานและนักวิจัย

3.3.5 ฝ่ายประชาสัมพันธ์ หน้าที่สร้างความนิยมและรักษาภาพจน์ที่ดีขององค์กร ติดต่อประสานงานกับคนภายนอกและสร้างสัมพันธ์อันดีกับผู้เข้าใช้โครงการ

3.3.5.1 ผู้จัดการฝ่าย 1 ตำแหน่ง ทำหน้าที่ดูแลความเรียบร้อยในการทำงานของพนักงานภายในหน้าที่ฝ่ายประชาสัมพันธ์ ติดต่อประสานงานเพื่อรับคำสั่งจากผู้อำนวยการ หรือรองผู้อำนวยการเพื่อนำไปปฏิบัติต่อไป

3.3.5.2 รองผู้จัดการฝ่าย 1 ตำแหน่ง ทำหน้าที่ทำหน้าที่ช่วยผู้จัดการฝ่าย และประสานงานในฝ่ายประชาสัมพันธ์

3.3.5.3 พนักงานประชาสัมพันธ์ 8 ตำแหน่ง ทำหน้าที่ทำหน้าที่ติดต่อให้คำปรึกษาแก่ผู้เข้าใช้บริการ

3.3.5.4 พยาบาล 2 ตำแหน่ง ทำหน้าที่ปฐมพยาบาลเบื้อต้นหากเกิดอุบัติเหตุ

3.3.6 ฝ่ายบริการ มีหน้าที่ให้บริการ และควบคุมดูแลในส่วนต่างๆของศูนย์

3.3.6.1 ผู้จัดการฝ่าย 1 ตำแหน่ง ทำหน้าที่ดูแลความเรียบร้อยในการทำงานของพนักงานภายในหน้าที่ฝ่ายบริการ ติดต่อประสานงานเพื่อรับคำสั่งจากผู้อำนวยการ หรือรองผู้อำนวยการเพื่อนำไปปฏิบัติต่อไป

3.3.6.2 ซ่อมบำรุง 5 ตำแหน่ง หน้าที่ดูแลความเรียบร้อยของอาคารและคอยซ่อมแซมส่วนต่างๆที่ชำรุดเสียหาย ไม่ว่าจะเป็น หลอดไฟ พื้น ท่อ หรือส่วนต่างๆ อีกทั้งยังเป็นหน่วยที่จัดและตกแต่งสถานที่ในกรณีที่มีการแข่งขัน หรือจัดตามเทศกาลต่างๆ รวมไปถึงดูแลสวนบริเวณศูนย์ด้วย

3.3.6.3 ทำความสะอาด 6 ตำแหน่ง ดูแลเรื่องความสะอาดภายในศูนย์

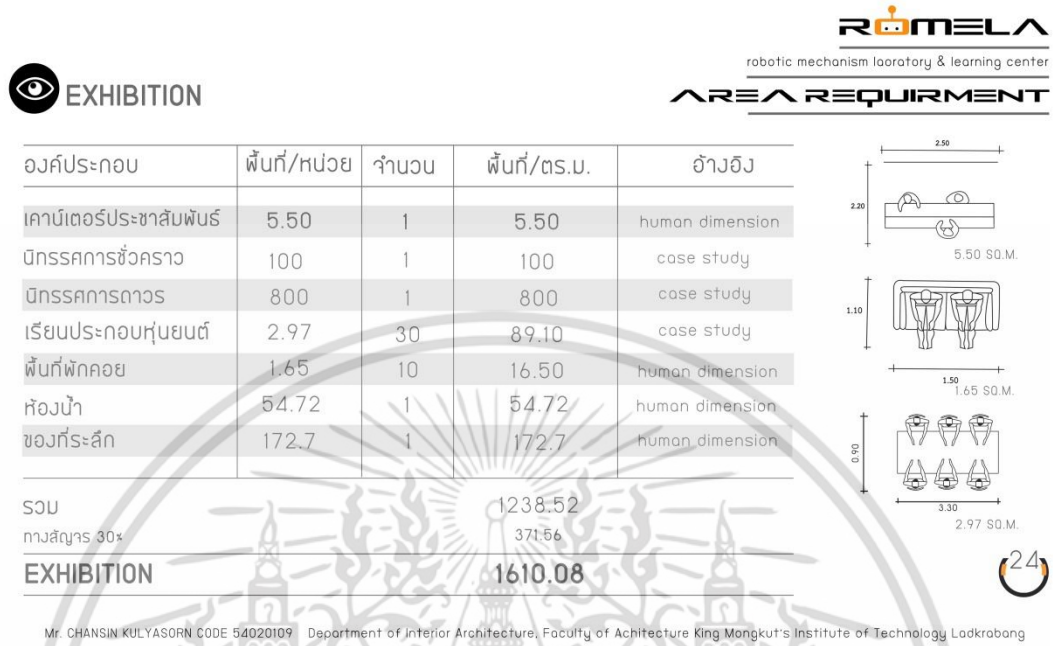
3.3.6.4 รักษาความปลอดภัย 2 ตำแหน่ง ดูแลความปลอดภัยส่วนทางเข้าออก

3.3.6.5 เชฟทำอาหาร 5 ตำแหน่ง ทำอาหารภายในส่วนร้านอาหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 3.4 พื้นที่ที่ต้องการ

### 3.4.1 นิทรรศการ



ROMELA
robotic mechanism laoratory & learning center
AREA REQUIRMENT

EXHIBITION

| องค์ประกอบ | พื้นที่/หน่วย | จำนวน | พื้นที่/ตร.ม. | อ้างอิง |
|---|---|---|---|---|
| เคาน์เตอร์ประชาสัมพันธ์ | 5.50 | 1 | 5.50 | human dimension |
| นิทรรศการชั่วคราว | 100 | 1 | 100 | case study |
| นิทรรศการถาวร | 800 | 1 | 800 | case study |
| เรียนประกอบหุ่นยนต์ | 2.97 | 30 | 89.10 | case study |
| พื้นที่พักคอย | 1.65 | 10 | 16.50 | human dimension |
| ห้องน้ำ | 54.72 | 1 | 54.72 | human dimension |
| ของที่ระลึก | 172.7 | 1 | 172.7 | human dimension |
| รวม | | | 1238.52 | |
| ทางสัญจร 30% | | | 371.56 | |
| EXHIBITION | | | 1610.08 | |

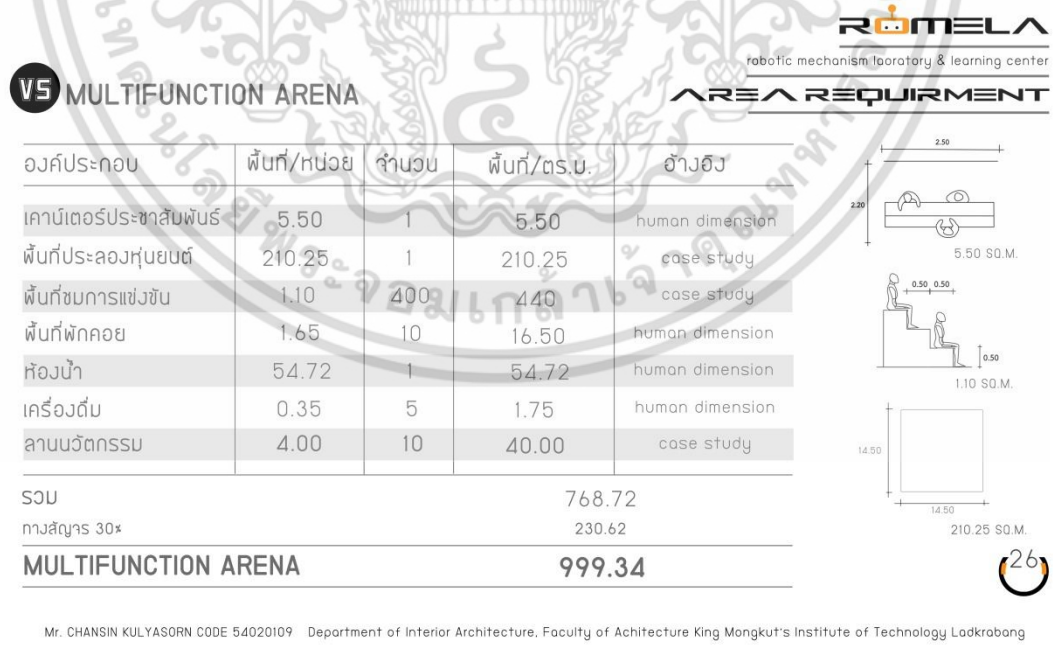
2.50 / 2.20 / 5.50 SQ.M.
1.10 / 1.50 / 1.65 SQ.M.
0.90 / 3.30 / 2.97 SQ.M.

24

Mr. CHANSIN KULYASORN CODE 54020109 Department of Interior Architecture, Faculty of Achitecture King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

**รูปที่ 3.8 พื้นที่ที่ตองการของนิทรรศการ**

### 3.4.2 ลานกิจกรรม/ลานประลองหุ่นยนต์



ROMELA
robotic mechanism laoratory & learning center
AREA REQUIRMENT

VS MULTIFUNCTION ARENA

| องค์ประกอบ | พื้นที่/หน่วย | จำนวน | พื้นที่/ตร.ม. | อ้างอิง |
|---|---|---|---|---|
| เคาน์เตอร์ประชาสัมพันธ์ | 5.50 | 1 | 5.50 | human dimension |
| พื้นที่ประลองหุ่นยนต์ | 210.25 | 1 | 210.25 | case study |
| พื้นที่ชมการแข่งขัน | 1.10 | 400 | 440 | case study |
| พื้นที่พักคอย | 1.65 | 10 | 16.50 | human dimension |
| ห้องน้ำ | 54.72 | 1 | 54.72 | human dimension |
| เครื่องดื่ม | 0.35 | 5 | 1.75 | human dimension |
| ลานนวัตกรรม | 4.00 | 10 | 40.00 | case study |
| รวม | | | 768.72 | |
| ทางสัญจร 30% | | | 230.62 | |
| MULTIFUNCTION ARENA | | | 999.34 | |

2.50 / 2.20 / 5.50 SQ.M.
0.50 0.50 / 0.50 / 1.10 SQ.M.
14.50 / 14.50 / 210.25 SQ.M.

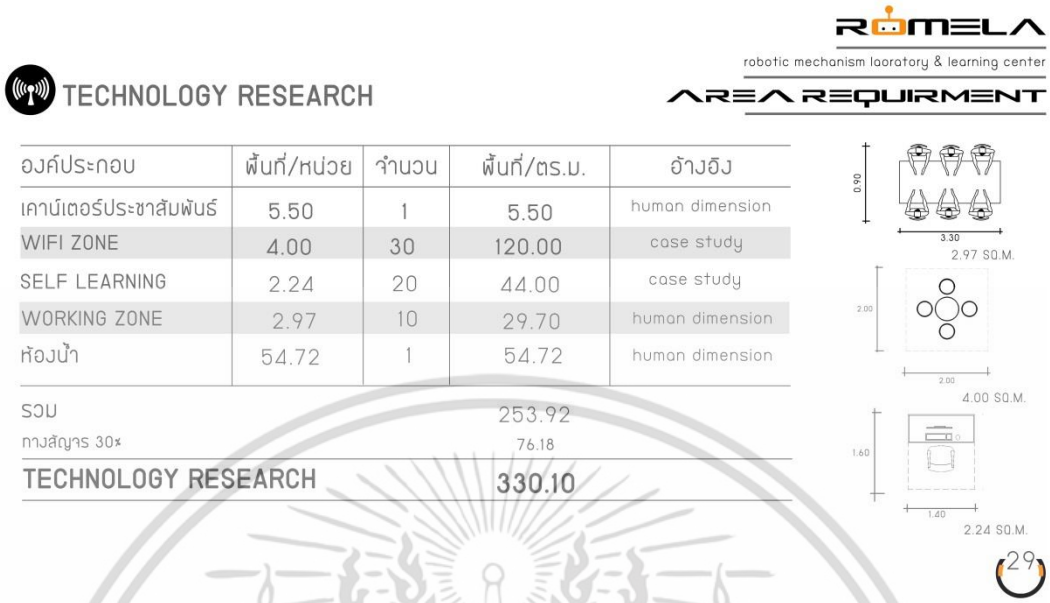
26

Mr. CHANSIN KULYASORN CODE 54020109 Department of Interior Architecture, Faculty of Achitecture King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

**รูปที่ 3.9** พื้นที่ที่ต้องการของลานประลอง

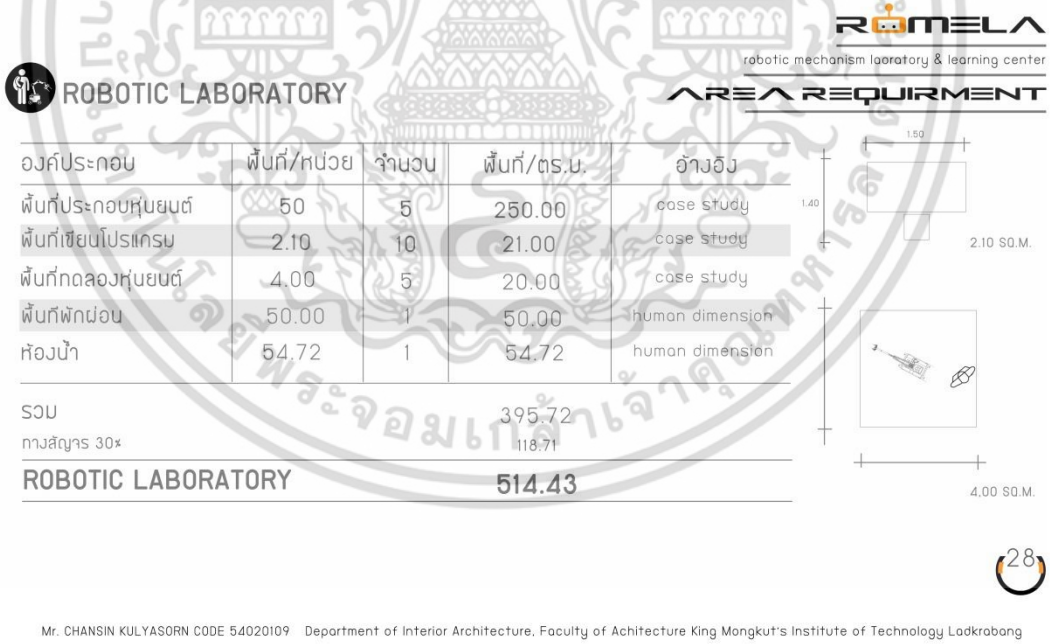
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.3 ห้องสืบค้นเทคโนโลยี




**รูปที่ 3.10** พื้นที่ที่ต้องการของห้องสืบค้น

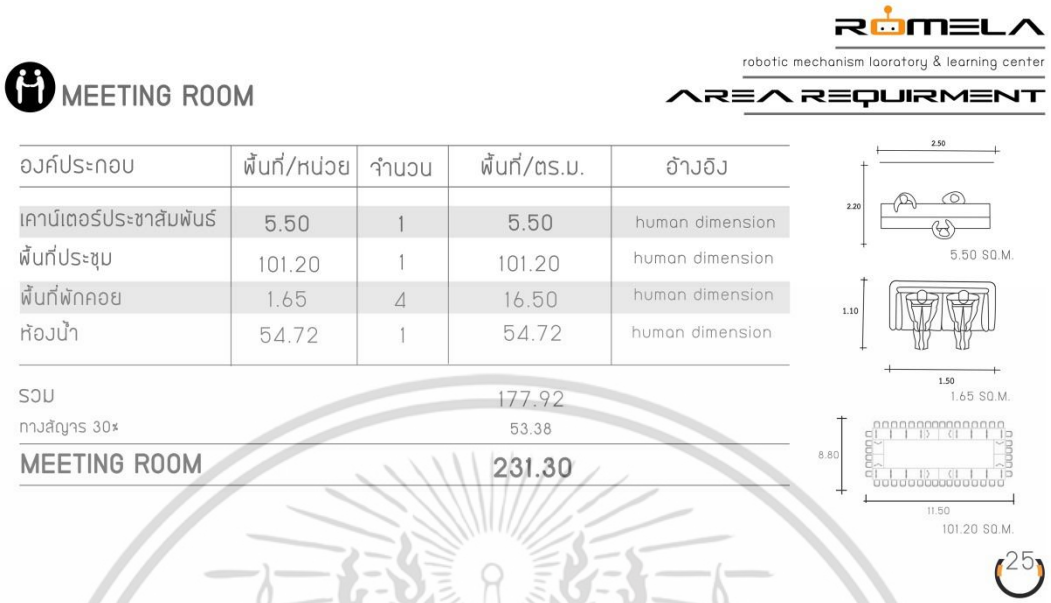
3.4.4 ห้องค้นคว้าและวิจัยหุ่นยนต์




**รูปที่ 3.11** พื้นที่ที่ต้องการของห้องปฏิบัติการ

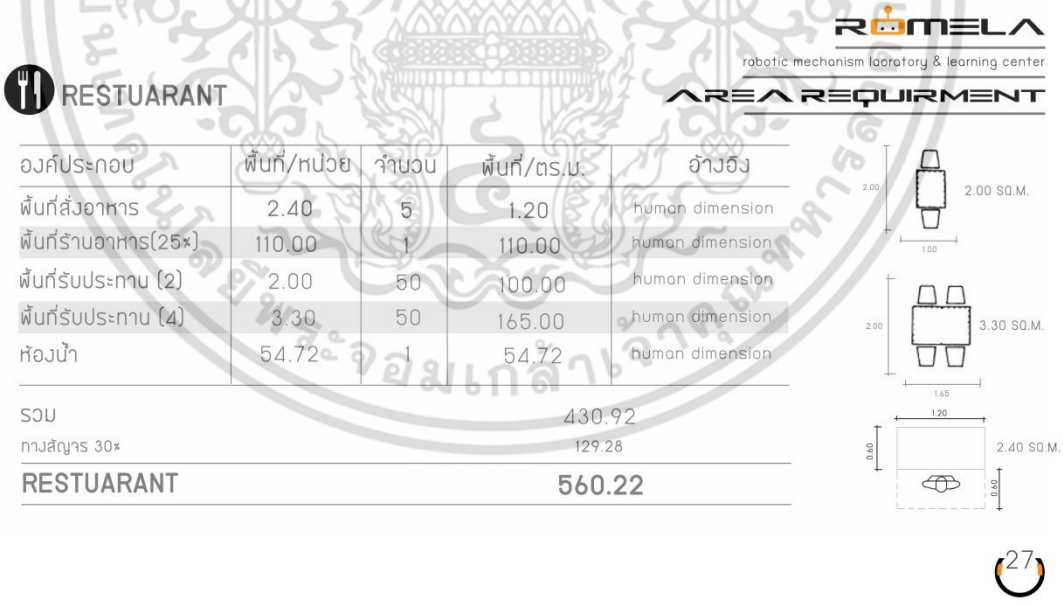
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.5 ห้องประชุมซื้อขาย




**รูปที่ 3.12** พื้นที่ที่ต้องการของห้องประชุม

3.4.6 ศุนย์อาหาร




**รูปที่ 3.13** พื้นที่ที่ต้องการของร้านอาหาร

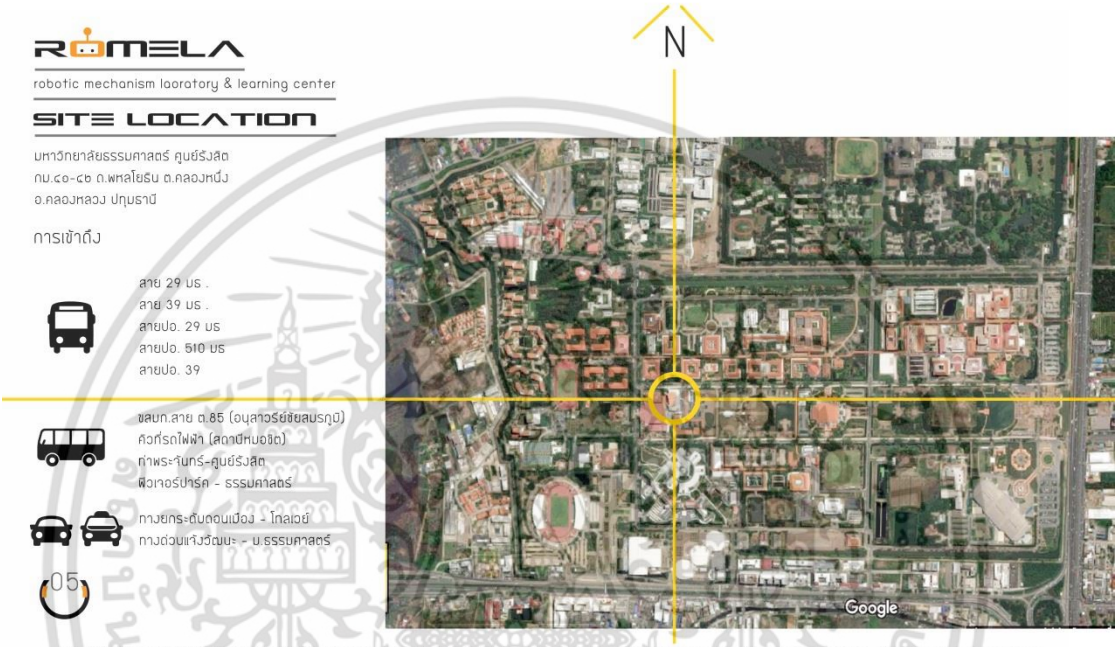
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

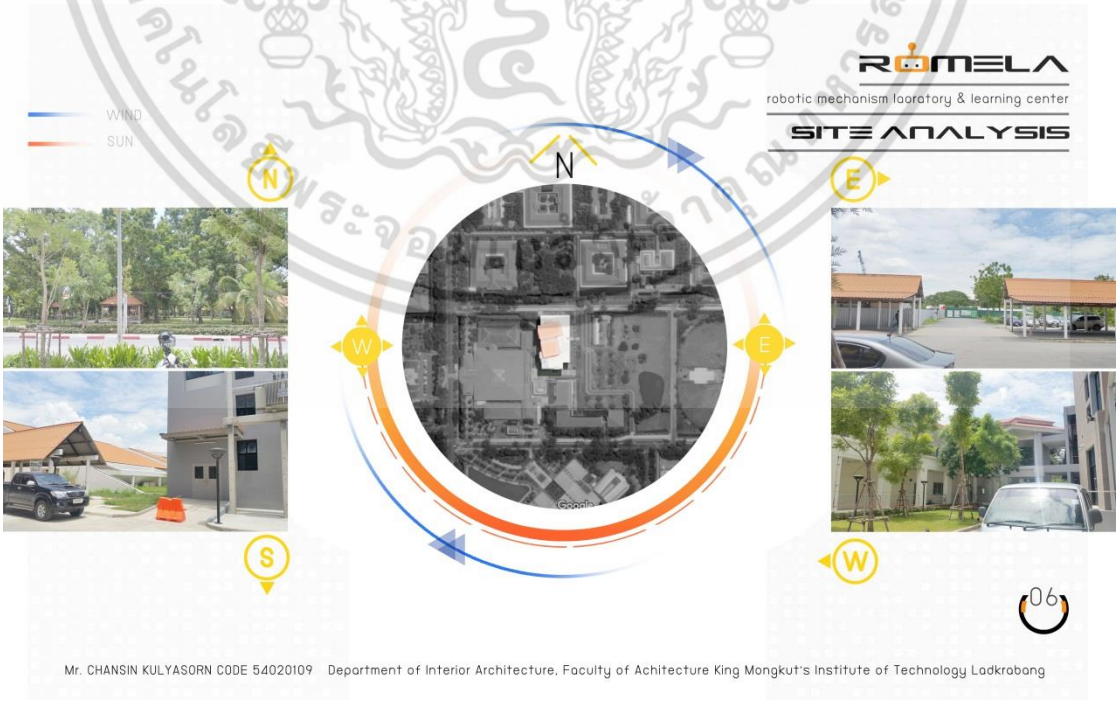
# บทที่ 4

# การวิเคราะห์ข้อมูล และแนวความคิดในการออกแบบ

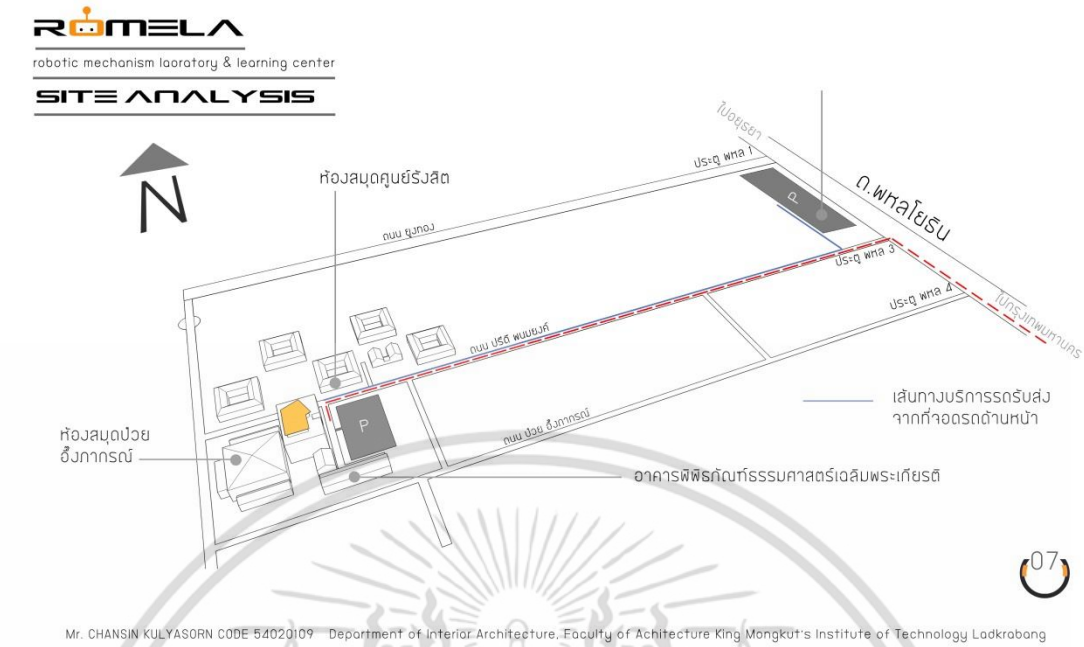
## 4.1 การวิเคราะห์ข้อมูล

### 4.1.1 การวิเคราะห์ที่ตั้ง และอาคาร



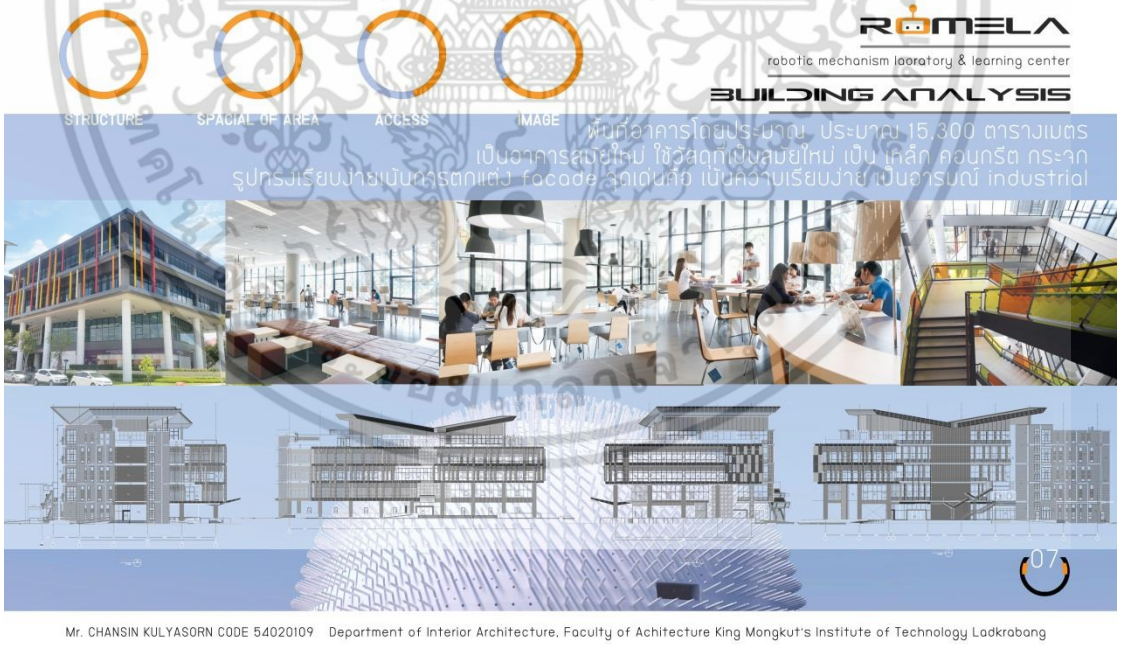




เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

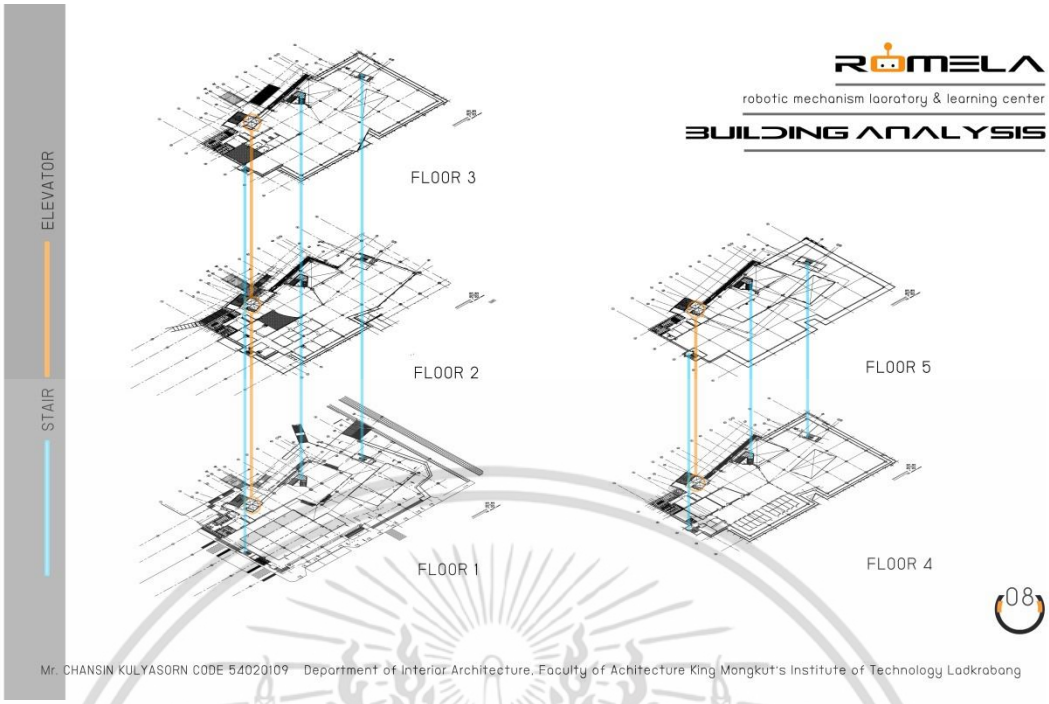



**ภาพที่ 4.1** การวิเคราะห์ที่ตั้งและอาคาร

วิเคราะห์ตัวอาคาร



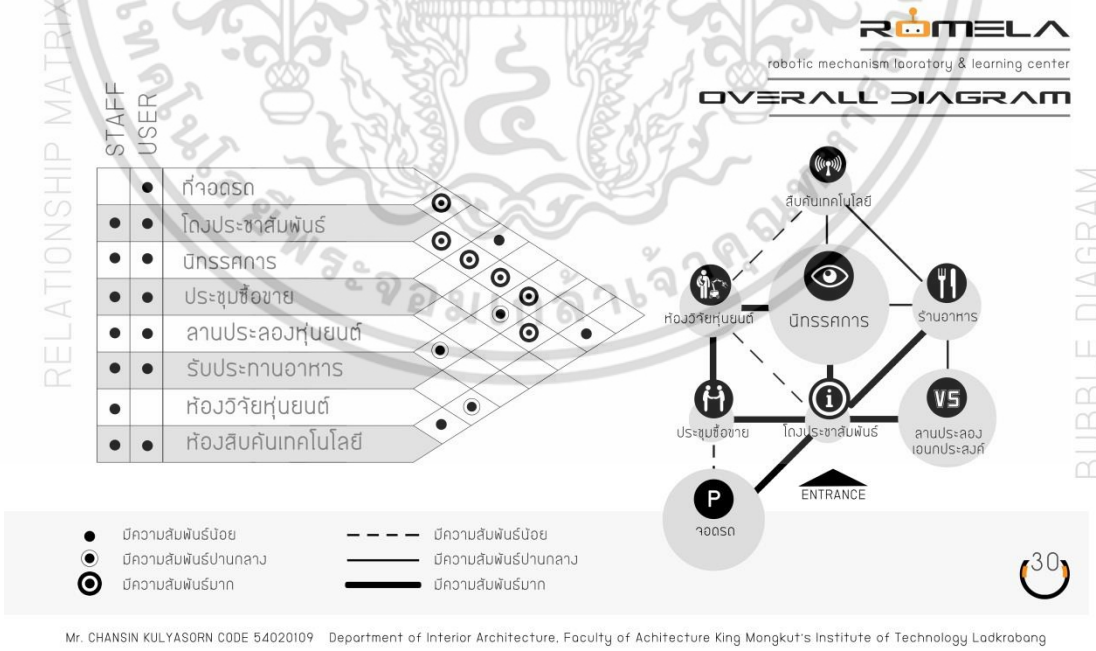

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**ภาพที่ 4.2** การวิเคราะห์ตัวอาคาร

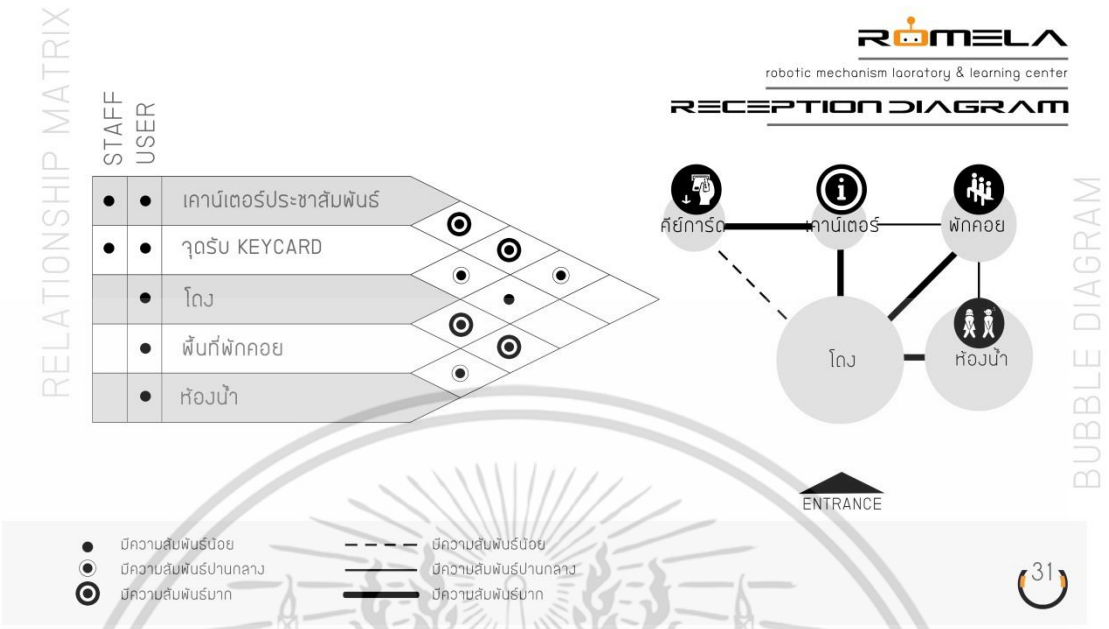
4.1.2 การวิเคราะห์ค่าความสัมพันธ์ของพื้นที่(matrix & bubble diagram)

Over all



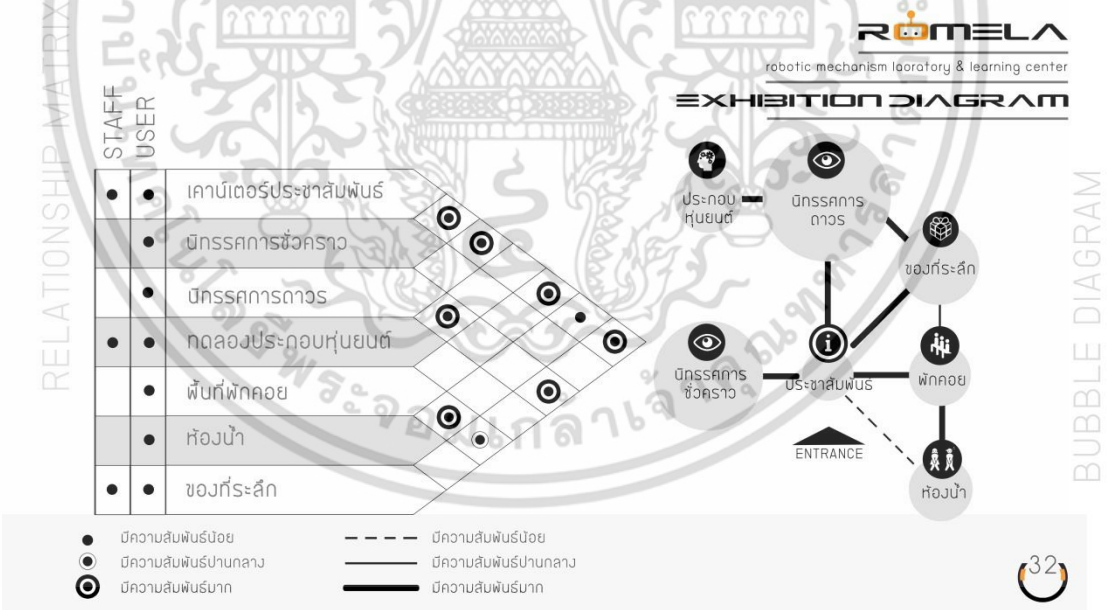

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Reception




Mr. CHANSIN KULYASORN CODE 54020109 Department of Interior Architecture, Faculty of Achitecture King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

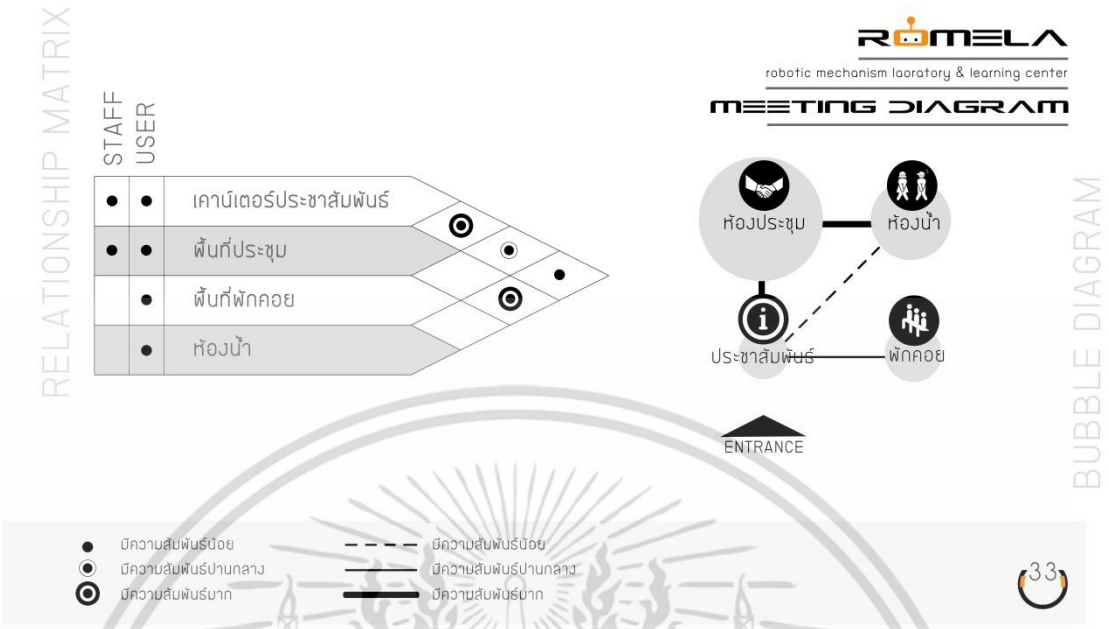
Exhibition




Mr. CHANSIN KULYASORN CODE 54020109 Department of Interior Architecture, Faculty of Achitecture King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

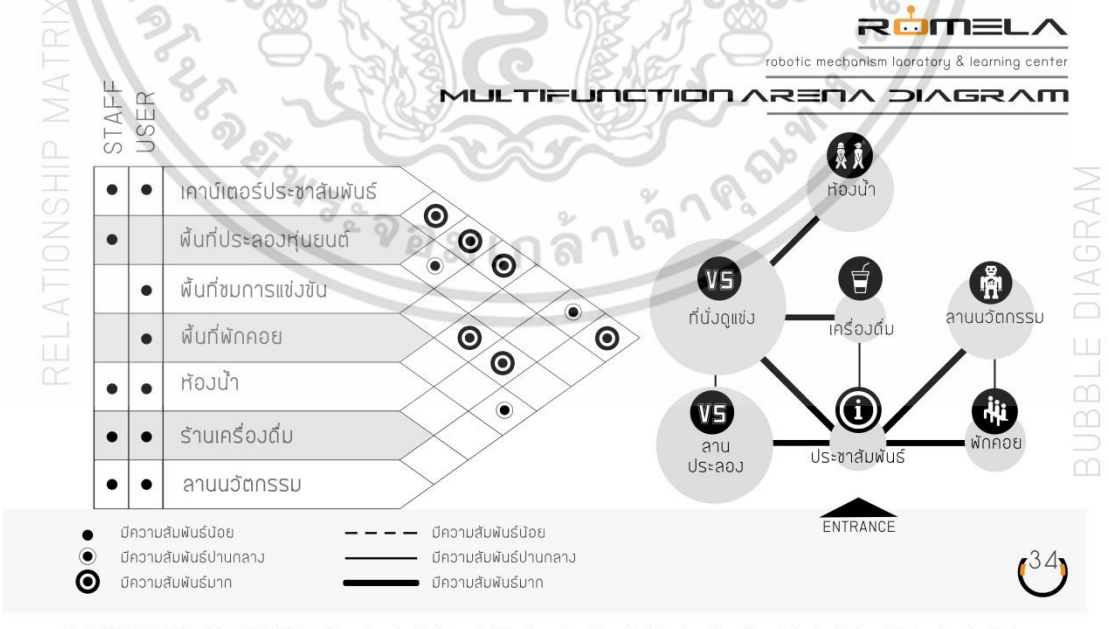
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Meeting room




Mr. CHANSIN KULYASORN CODE 54020109 Department of Interior Architecture, Faculty of Achitecture King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

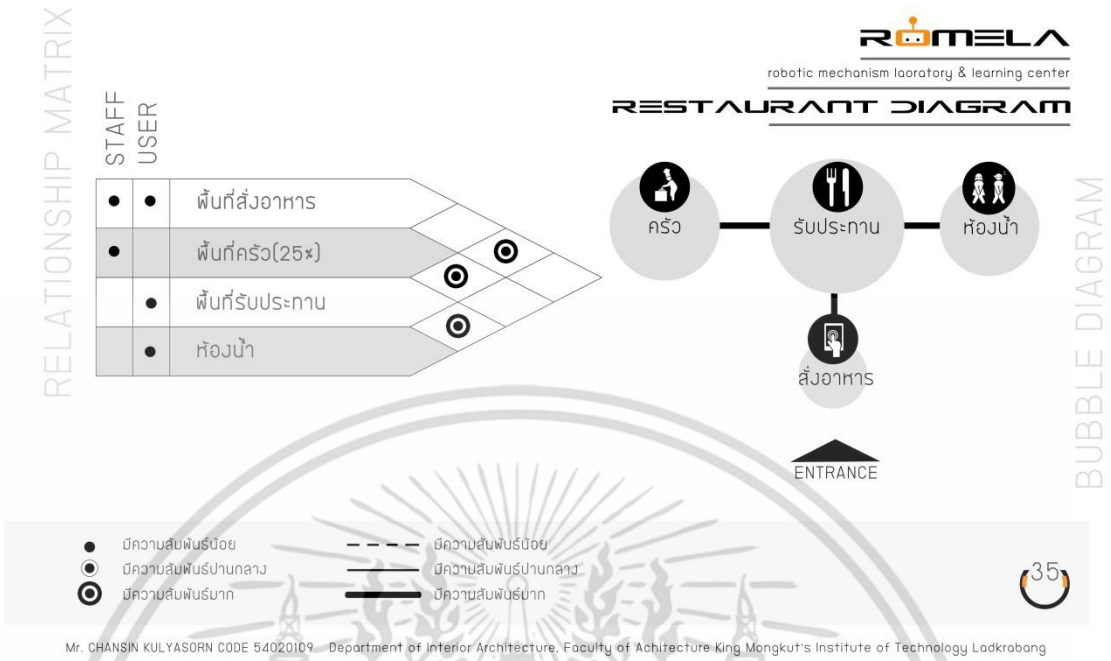
multifunction arena




Mr. CHANSIN KULYASORN CODE 54020109 Department of Interior Architecture, Faculty of Achitecture King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

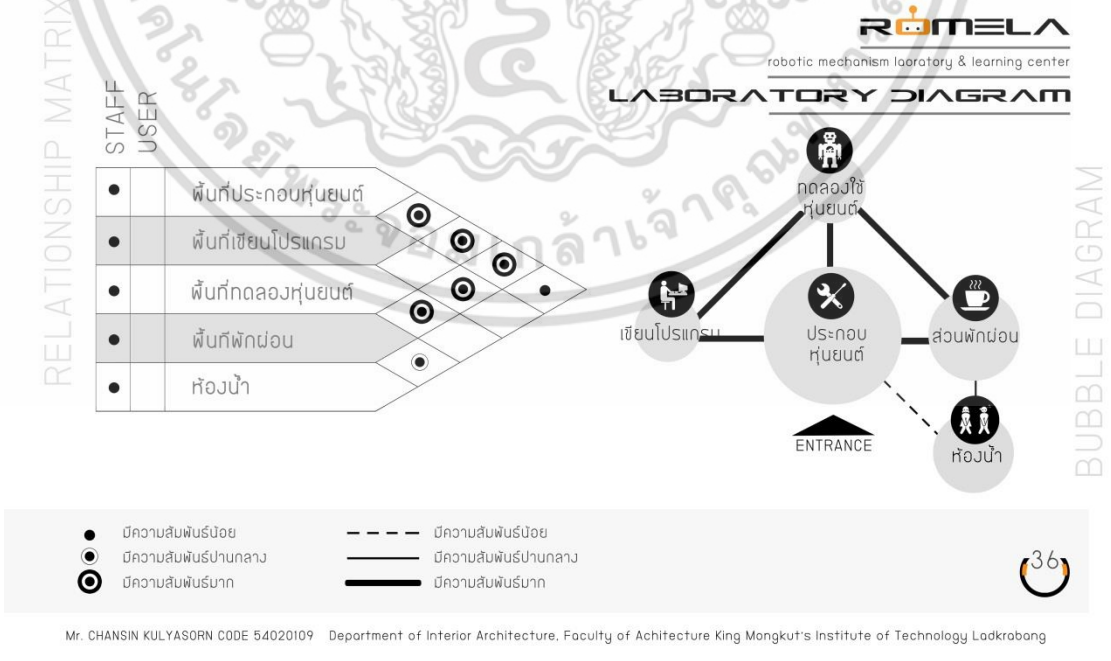
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Restaurant




Mr. CHANSIN KULYASORN CODE 54020109 Department of Interior Architecture, Faculty of Achitecture King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

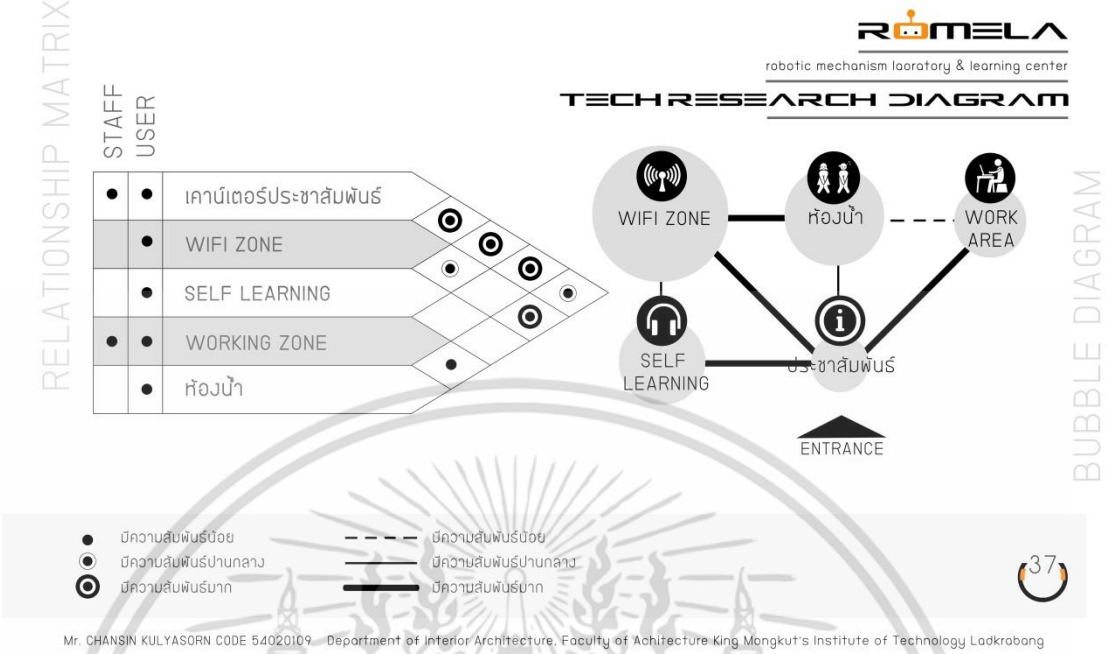
Laboratory




Mr. CHANSIN KULYASORN CODE 54020109 Department of Interior Architecture, Faculty of Achitecture King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

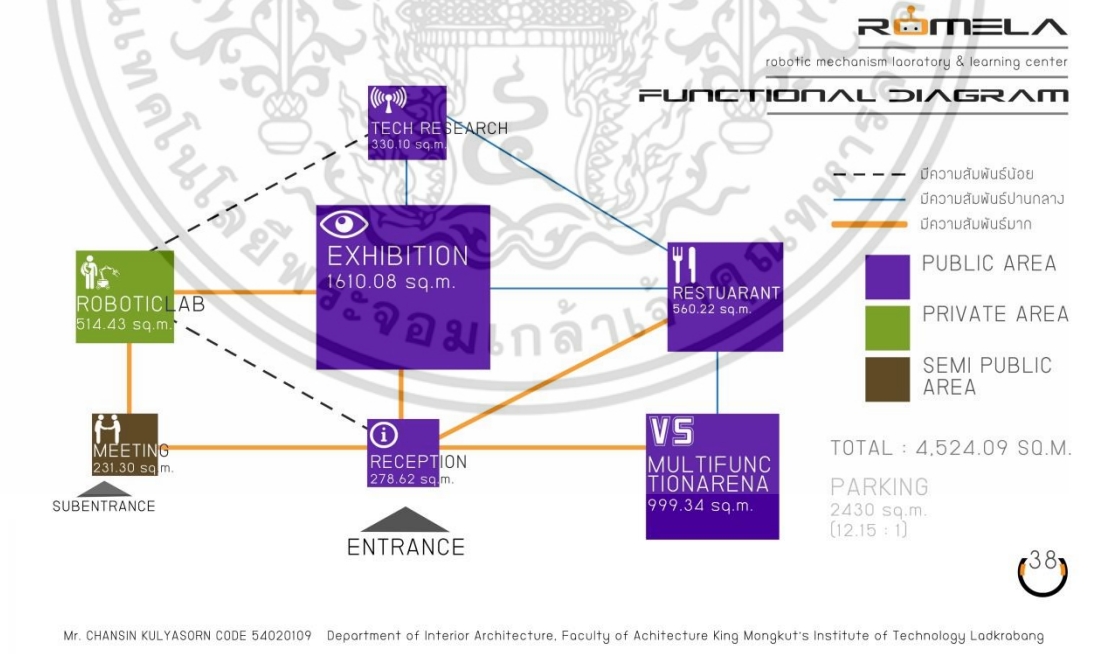
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Tech research



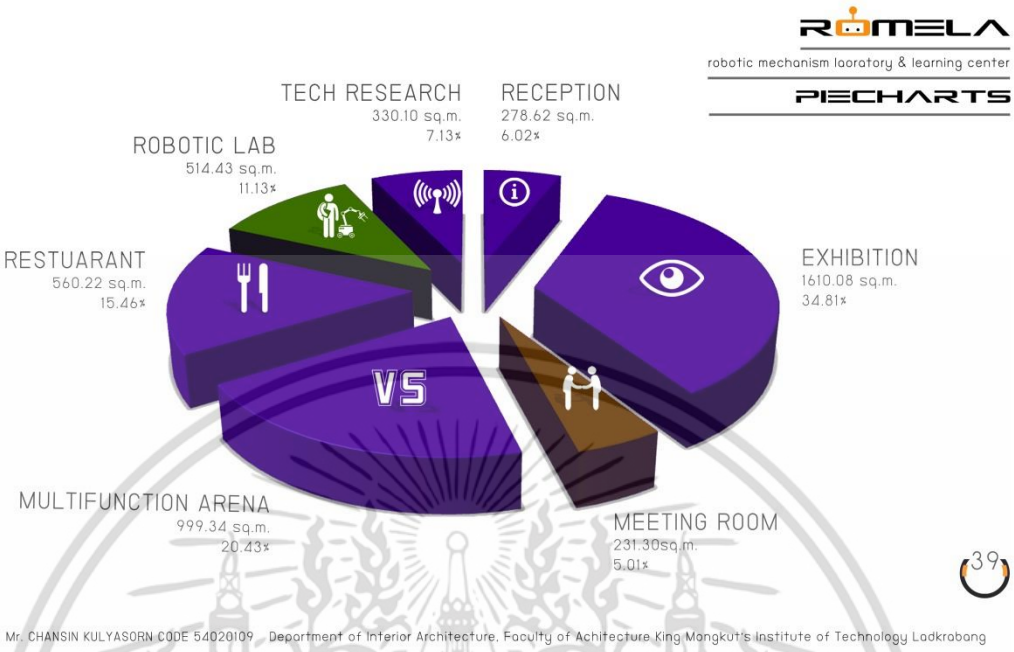

**ภาพที่ 4.3** การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของพื้นที่ต่างๆ

4.1.3 การติดต่อสัมพันธ์ของพื้นที่(functional diagram)



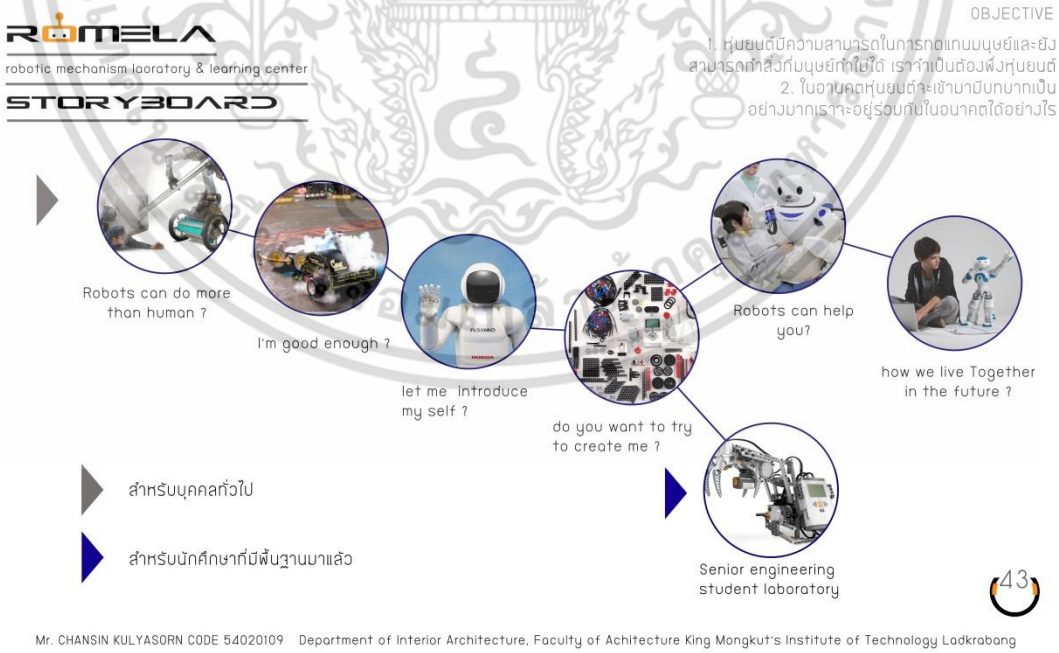

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Pie charts




**ภาพที่ 4.4 ขนาดของพื้นที่ต่างๆ**

4.1.4 แผนภาพการใช้งาน (story board)




เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

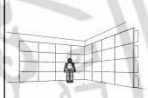
ROMELA
robotic mechanism laoratory & learning center
STORYBOARD

| หัวเรื่อง | เนื้อหา | แผนภาพ | โมเดล | วัตถุดิบ | ไดโอรามา | มัลติมีเดีย | โสตทัศน์ | โปแกรมเตอร์ | เวลา | บรรยากาศ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Robots can do more than human ? | - เหตุการณ์จำลองสถานการณ์ภัยพิบัติ<br>- อันตรายที่เกิดขึ้นได้ทุกเมื่อ และมีความเสี่ยงตลอดเวลา<br>- หุ่นยนต์ทางเลือกที่ดีสำหรับเหตุการณ์ความเสี่ยงไม่คาดคิด | | O | O | O | | O | O | 10 min. | |
| I'm good enough ? | - ประวัติหุ่นยนต์ของไทย<br>- หน่วยงานของไทยที่ดูแลเรื่องหุ่นยนต์เทคโนโลยี<br>- ความต้องการหุ่นยนต์ในอนาคต<br>- ประเทศไทยยังขาดการพัฒนา | | | | | O | | O | 10 min. | |

44

Mr. CHANSIN KULYASORN CODE 54020109 Department of Interior Architecture, Faculty of Achitecture King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

ROMELA
robotic mechanism laoratory & learning center
STORYBOARD

| หัวเรื่อง | เนื้อหา | แผนภาพ | โมเดล | วัตถุดิบ | ไดโอรามา | มัลติมีเดีย | โสตทัศน์ | โปแกรมเตอร์ | เวลา | บรรยากาศ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| let me introduce my self ? | - หุ่นยนต์คืออะไร<br>- ส่วนประกอบหุ่นยนต์<br>- หุ่นยนต์ทำอะไรได้บ้าง<br>- ได้ชิ้นส่วนหุ่นยนต์แต่ละส่วนมาจากการเรียนรู้ | | O | O | | O | | O | 10 min. |  |
| do you want to try to create me ? | - ทดลองประกอบหุ่นยนต์ lego mindstrom พื้นฐาน<br>- ทดสอบการใช้งานหุ่นยนต์ที่ต่อ<br>- ชิ้นส่วนต่างๆทำงานอย่างไร | O | O | O | | O | | O | 20 min. | |

45

Mr. CHANSIN KULYASORN CODE 54020109 Department of Interior Architecture, Faculty of Achitecture King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

ROMELA
robotic mechanism laoratory & learning center
STORYBOARD

| หัวเรื่อง | เนื้อหา | แผนภาพ | โมเดล | วัตถุดิบ | ไดโอรามา | มัลติมีเดีย | โสตทัศน์ | โปแกรมเตอร์ | เวลา | บรรยากาศ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Robots can help you ? | - นำหุ่นยนต์ที่ประกอบใช้งานส่งคืน แล้วอธิบายหน้าที่หุ่นยนต์<br>- หน้าที่และประเภทหุ่นยนต์ที่ต้องการและจำเป็น | | | O | | O | O | O | 10 min. | |
| How we live Together in the future ? | - ห้องในอนาคตที่หุ่นยนต์อยู่ในบ้าน<br>- หุ่นยนต์อุตสาหกรรมในอนาคต<br>- เทคโนโลยีหุ่นยนต์ของทุกคนไม่เหมือนกัน อยากให้เป็นแบบไหนขึ้นอยู่กับคุณ | O | | O | | O | O | O | 20 min. | |
| Senior engineering student laboratory | - สอนเรื่องเกี่ยวโยงหลักสูตรวิศวะระบบไฮดรอลิกส์นิวเมตริกหุ่นยนต์เบื้องต้น | | | O | | | O | O | 20 min. | |

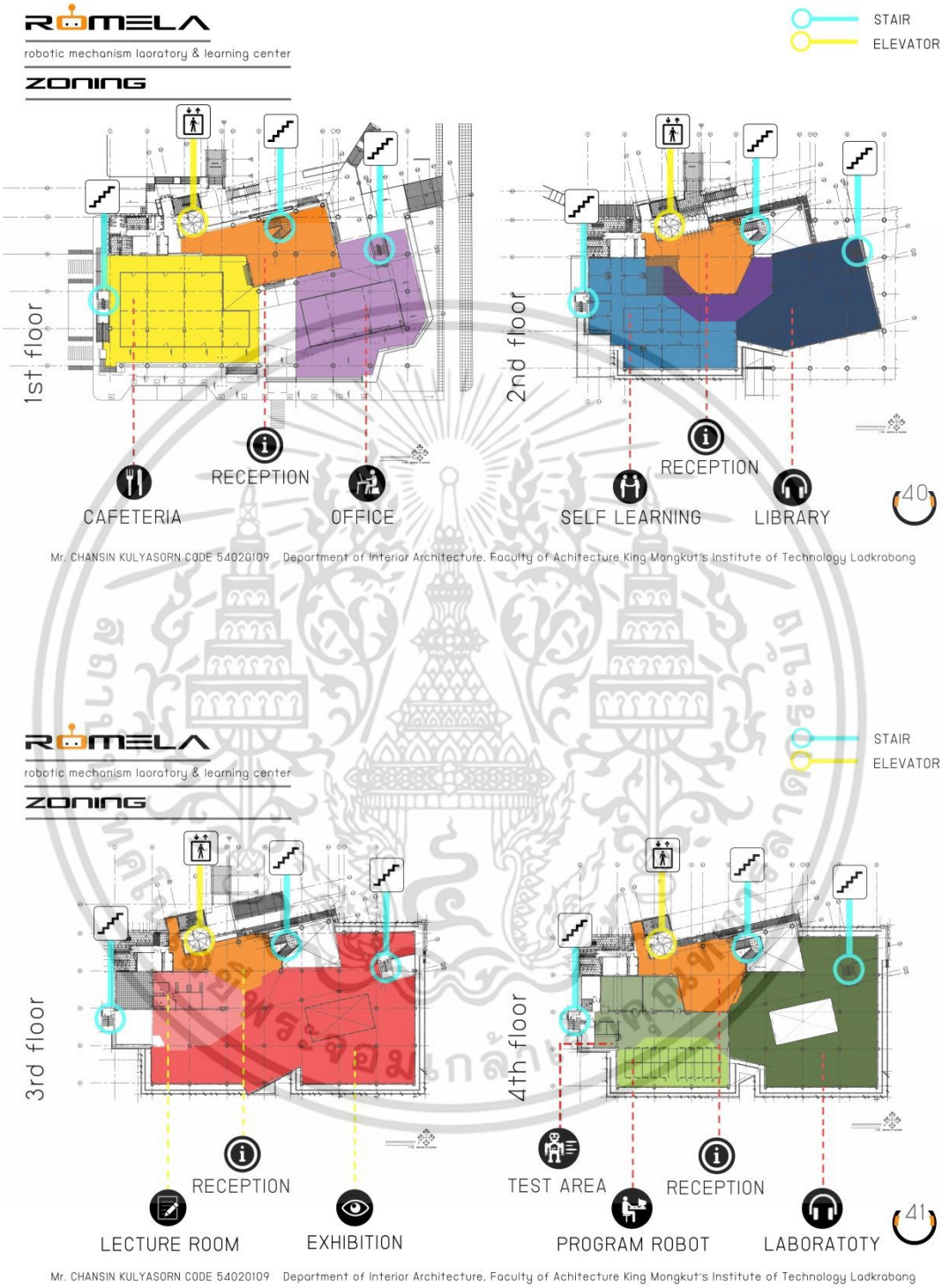
46

Mr. CHANSIN KULYASORN CODE 54020109 Department of Interior Architecture, Faculty of Achitecture King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

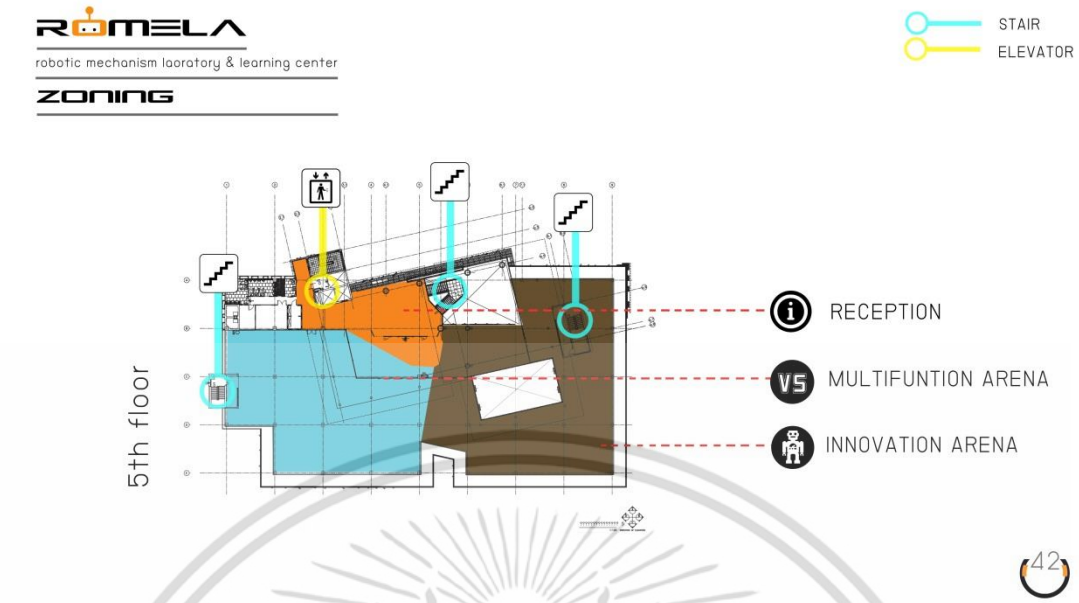
**ภาพที่ 4.5 แผนภาพการใช้งาน**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.5 การวิเคราะห์กลุ่มพื้นที่สัมพันธ์(zoning)



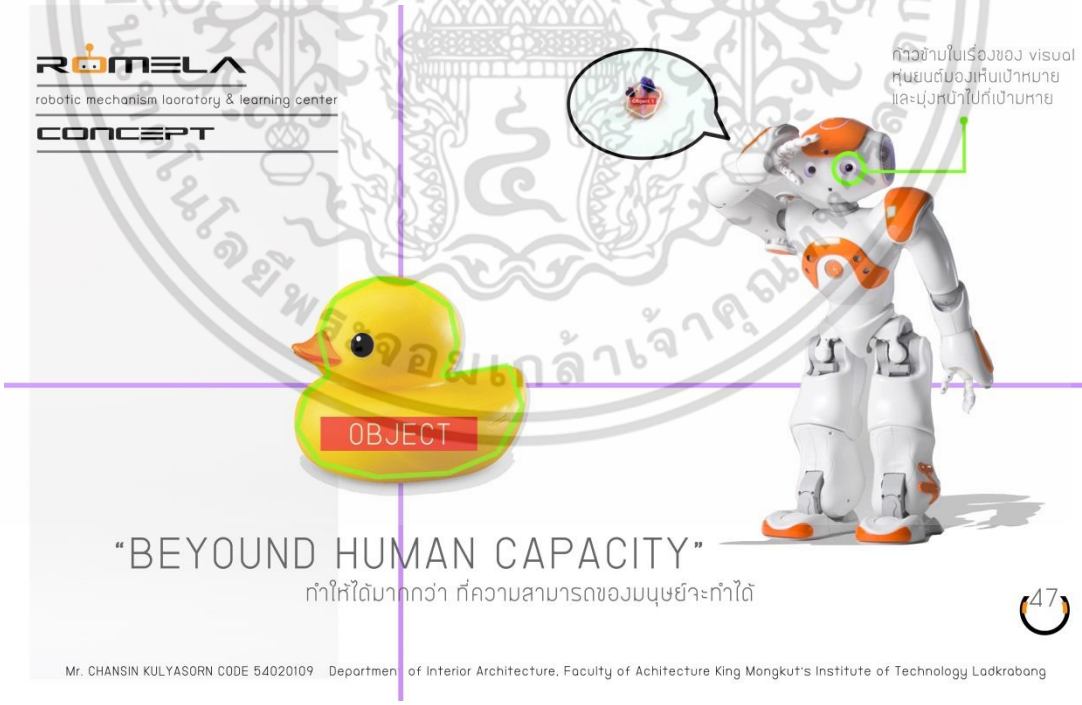

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**ภาพที่ 4.6 ภาพวิเคราะห์กลุ่มพื้นที่สัมพันธ์**

## 4.2 แนวความคิดในการออกแบบ

### 4.2.1 แนวความคิดในการออกแบบ




เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ภาพที่ 4.7 ภาพแนวความคิดการออกแบบ**

4.2.2 ธีม หรือ Mood Board

**ภาพที่ 4.8 ภาพmoodboard**

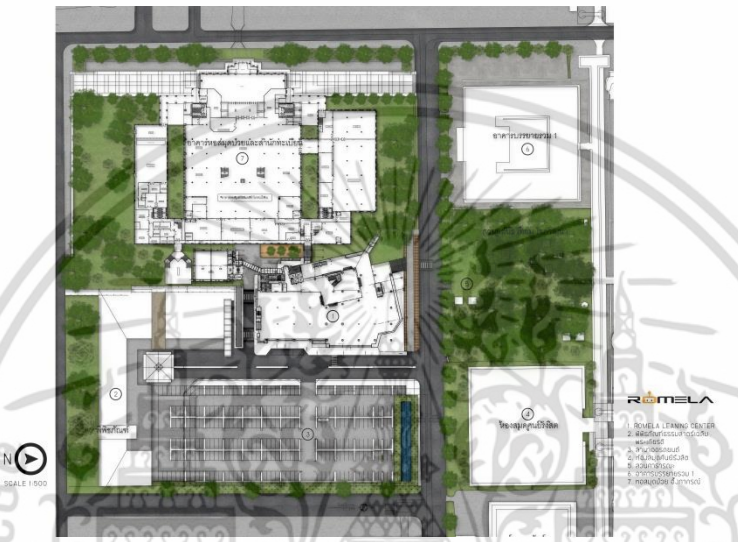
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 5

# ผลงานการออกแบบสถาปัตยกรรมภายใน

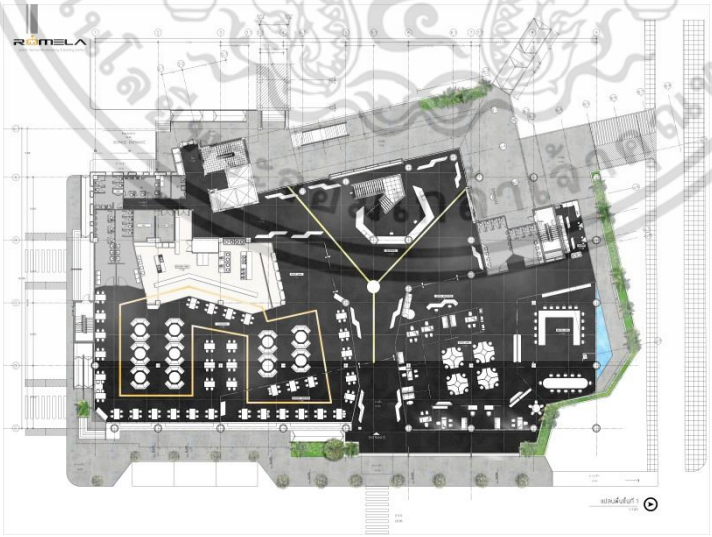
## 5.1 ผังบริเวณของโครงการ

5.1.1 ผังบริเวณอาคารศูนย์การเรียนรู้และบริเวณโดยรอบ



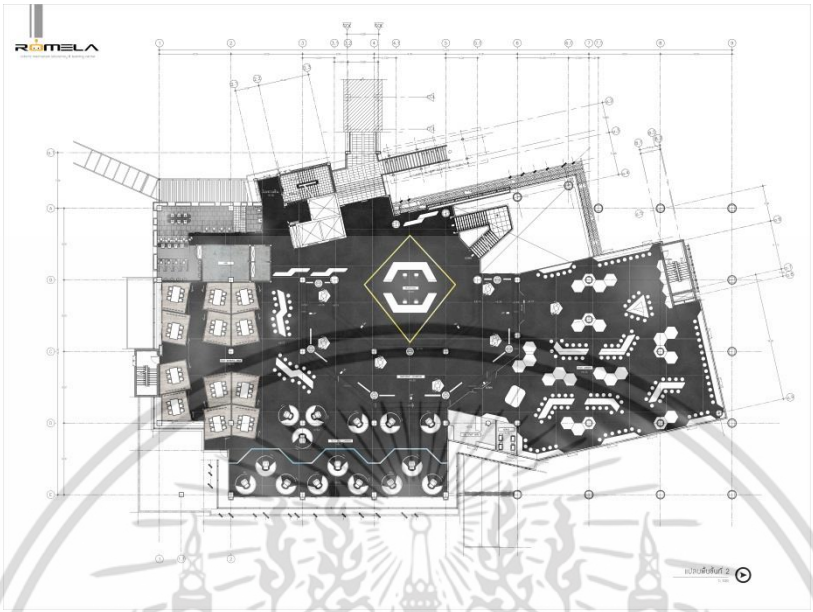
## 5.2 ผังเฟอร์นิเจอร์ของอาคารโครงการ

5.2.1 ผังเฟอร์นิเจอร์ชั้น G ของโครงการ

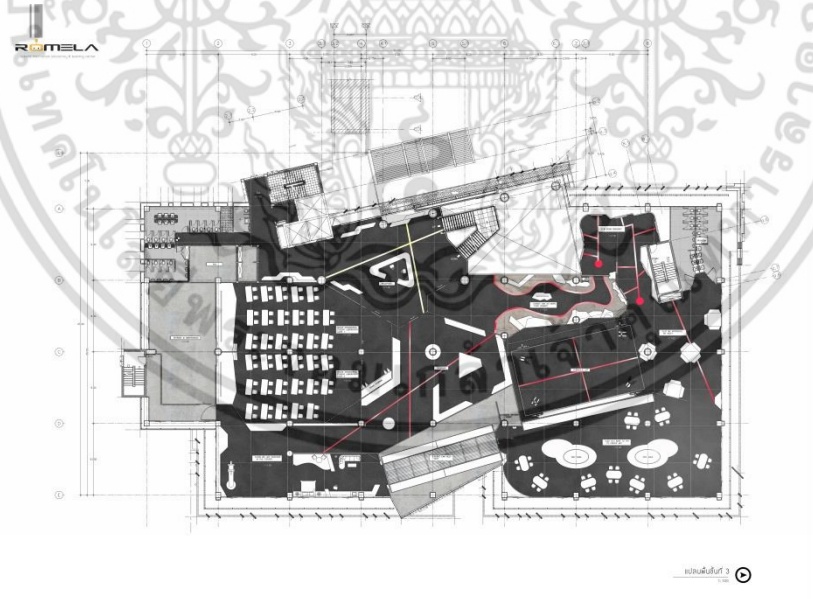


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2.2 ผังเฟอร์นิเจอร์ชั้น 2 ของโครงการ

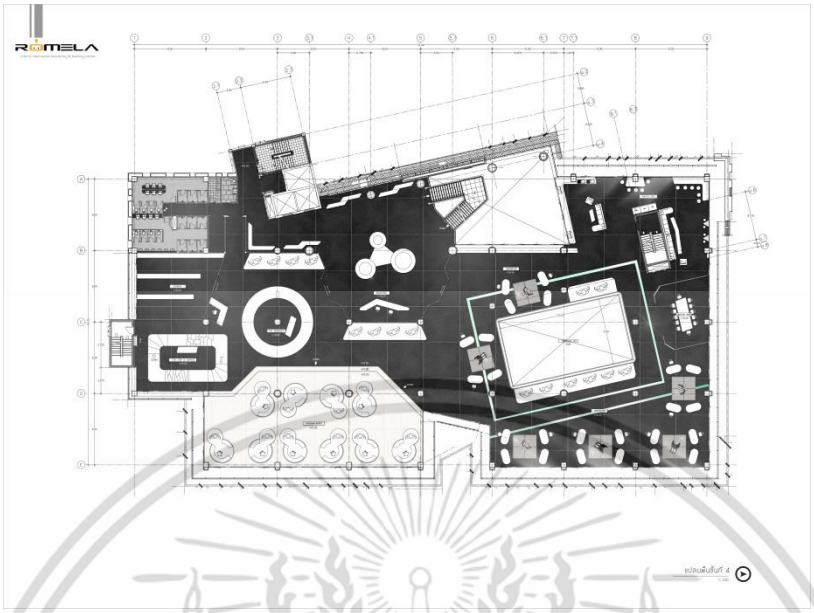


5.2.3 ผังเฟอร์นิเจอร์ชั้น 3 ของโครงการ

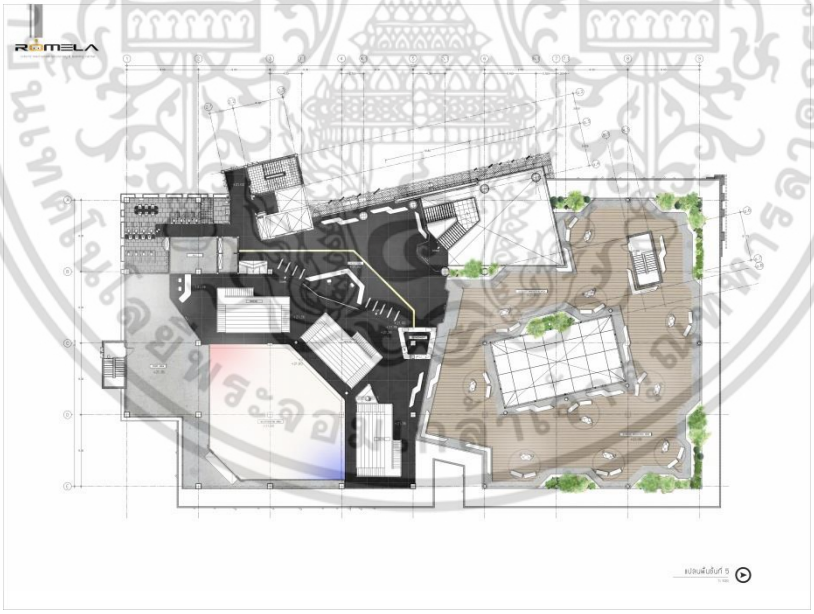


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2.4 ผังเฟอร์นิเจอร์ชั้น 4 ของโครงการ



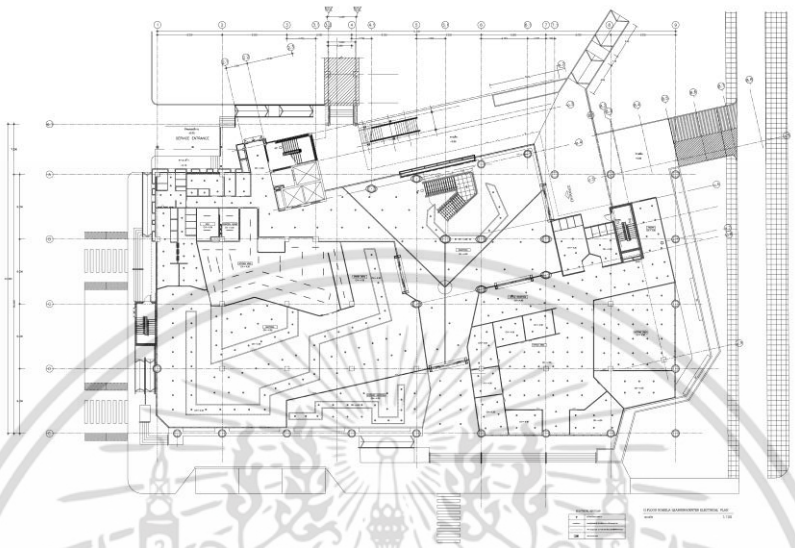
5.2.5 ผังเฟอร์นิเจอร์ชั้น 5 ของโครงการ



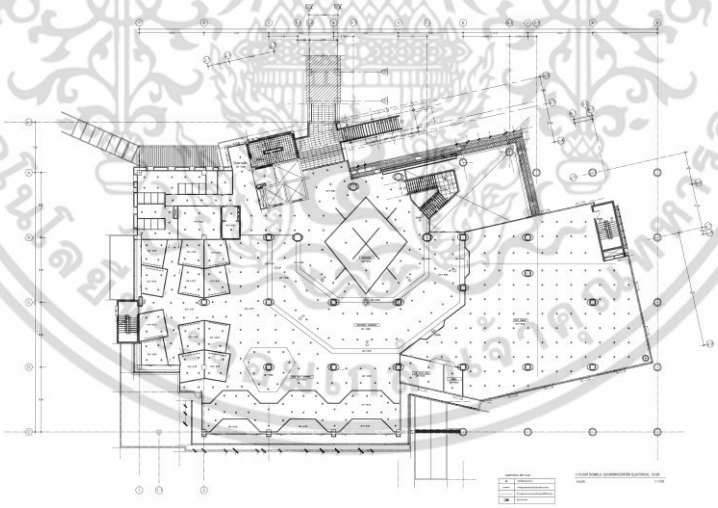
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 5.3 ผังไฟฟ้าและเพดานของโครงการ

5.3.1 ผังไฟฟ้าและเพดานชั้น 1 ของโครงการ

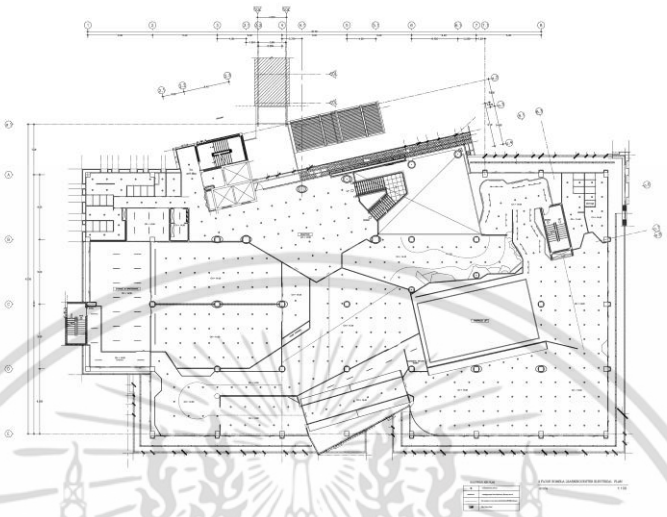


5.3.2 ผังไฟฟ้าและเพดานชั้น 2 ของโครงการ

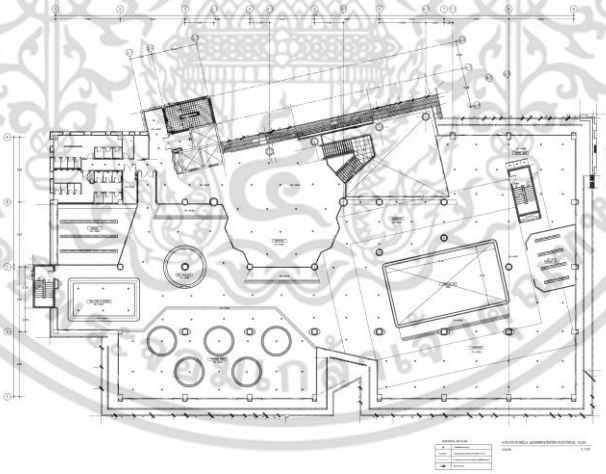


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3.3 ผังไฟฟ้าและเพดานชั้น 3 ของโครงการ

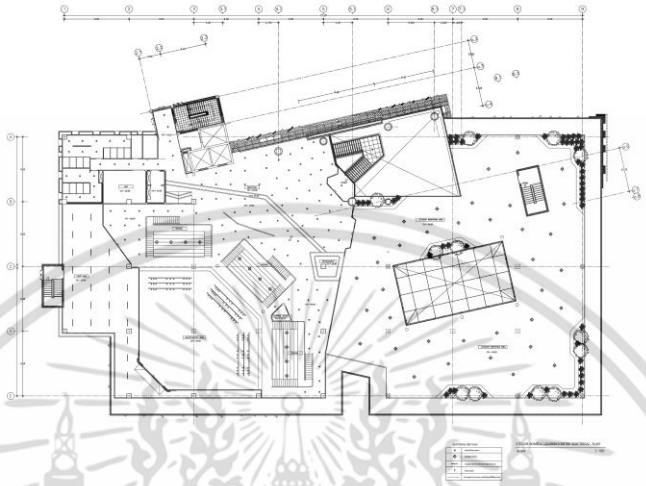


5.3.4 ผังไฟฟ้าและเพดานชั้น 4 ของโครงการ



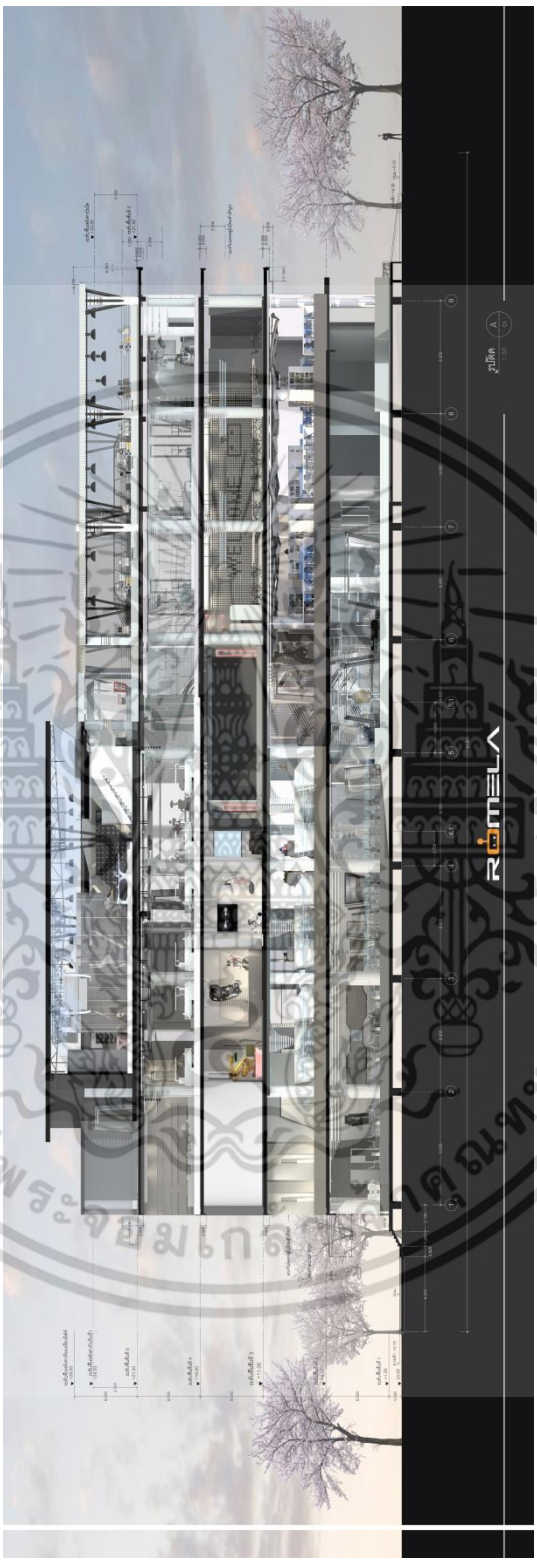
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3.5 ผังไฟฟ้าและเพดานชั้น 5 ของโครงการ



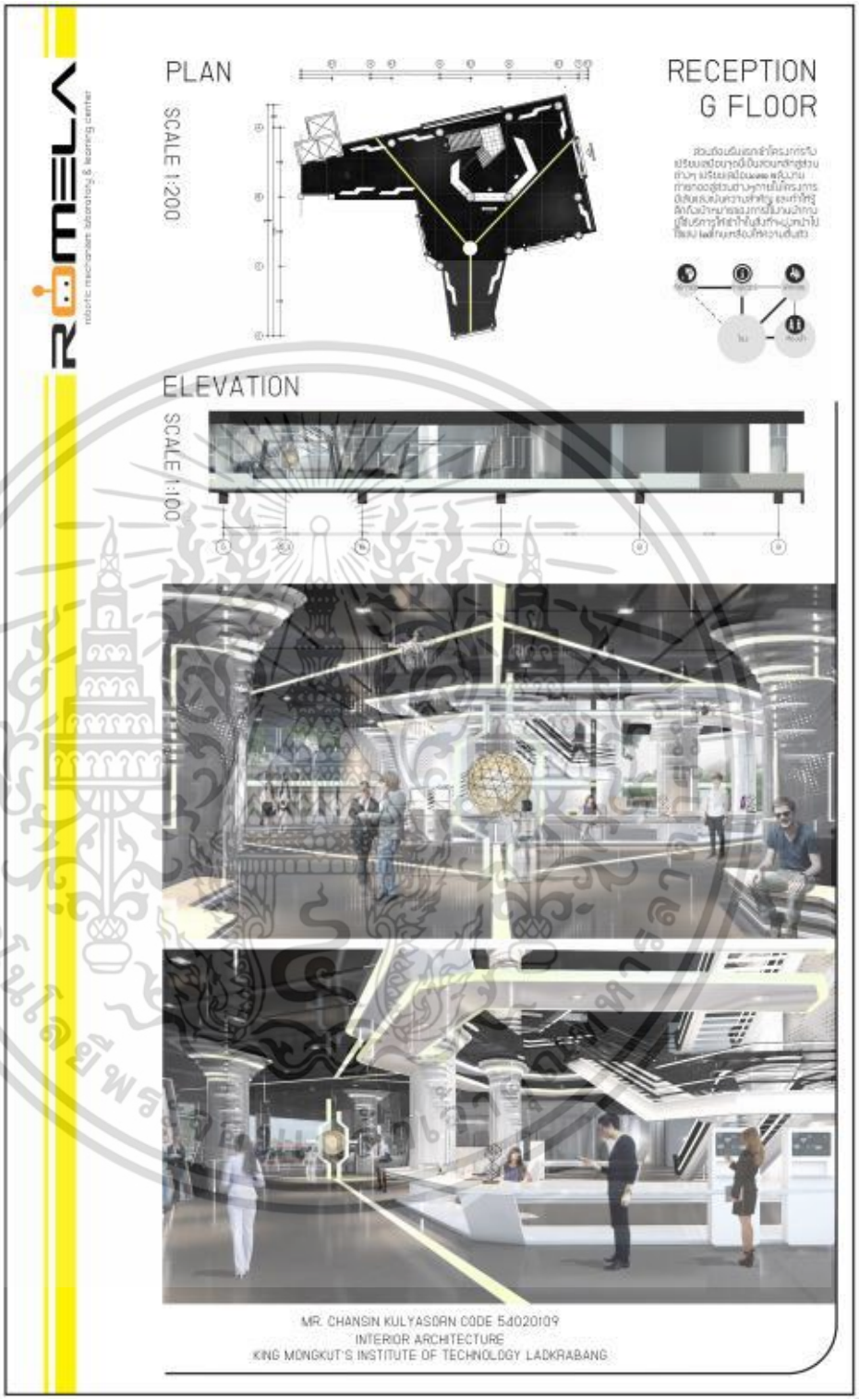
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 5.4 รูปตัดของอาคารโครงการ



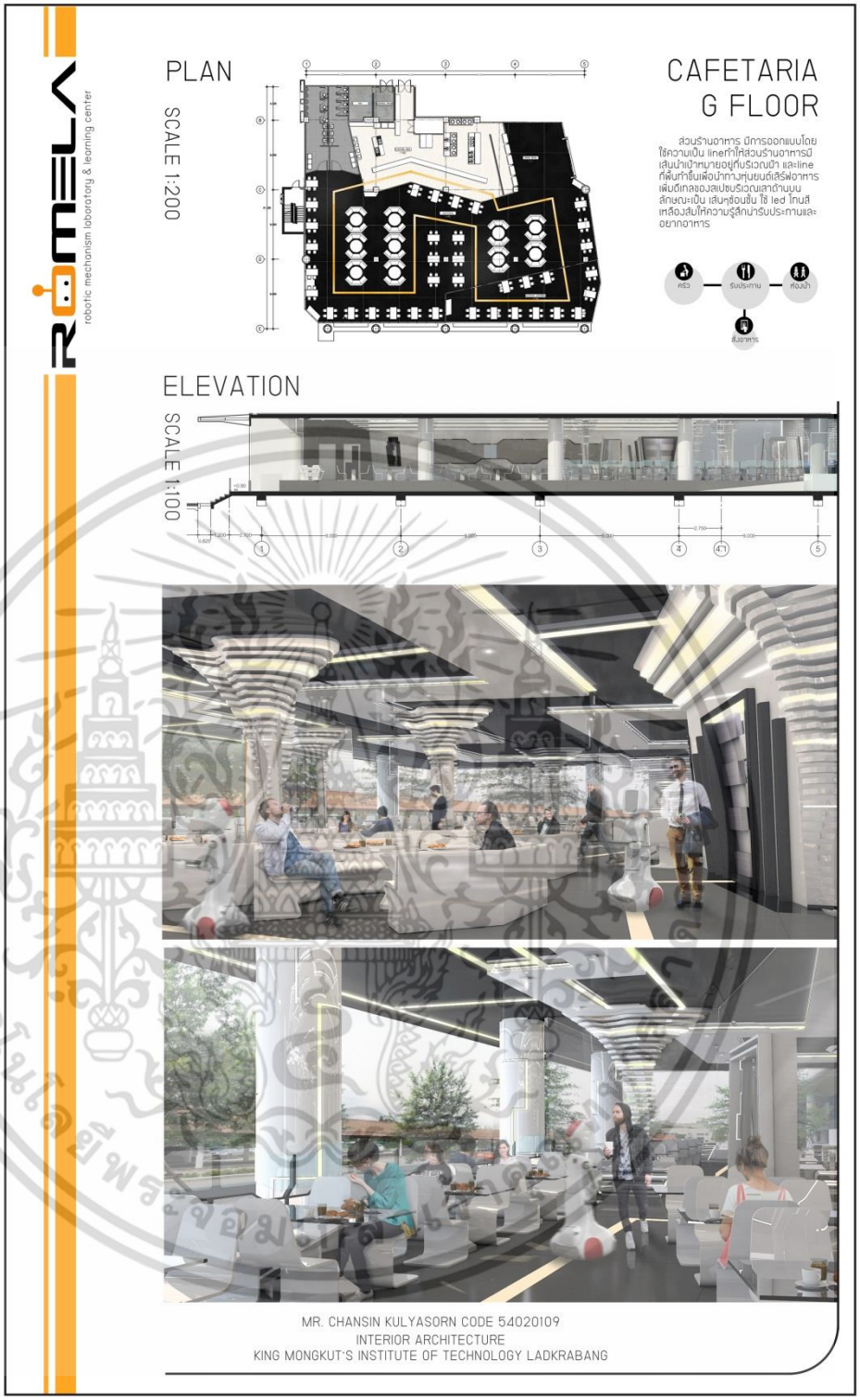
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 5.5 ภาพทัศนียภาพภายในโครงการ



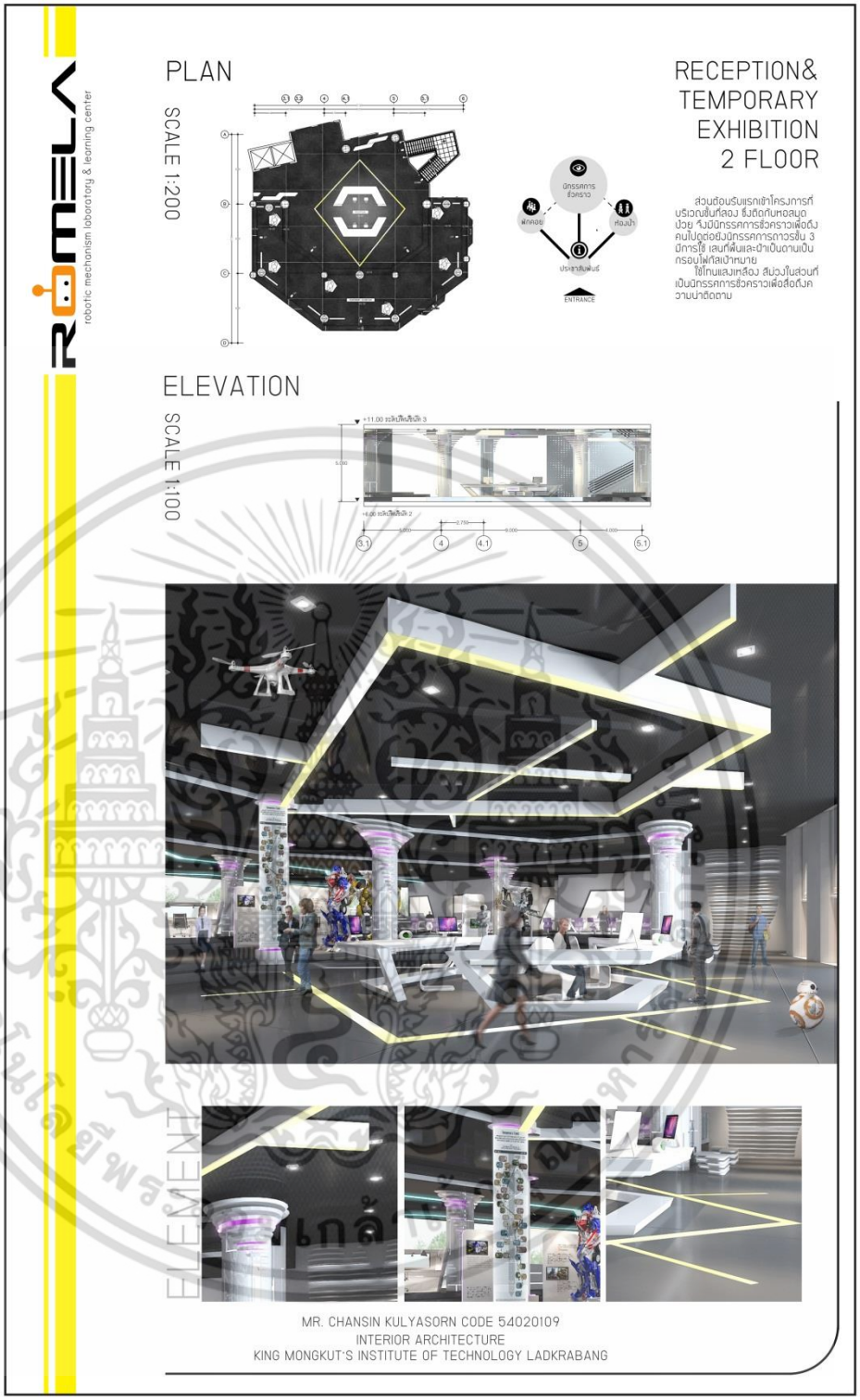

**รูปที่ 5.1** reception G floor

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



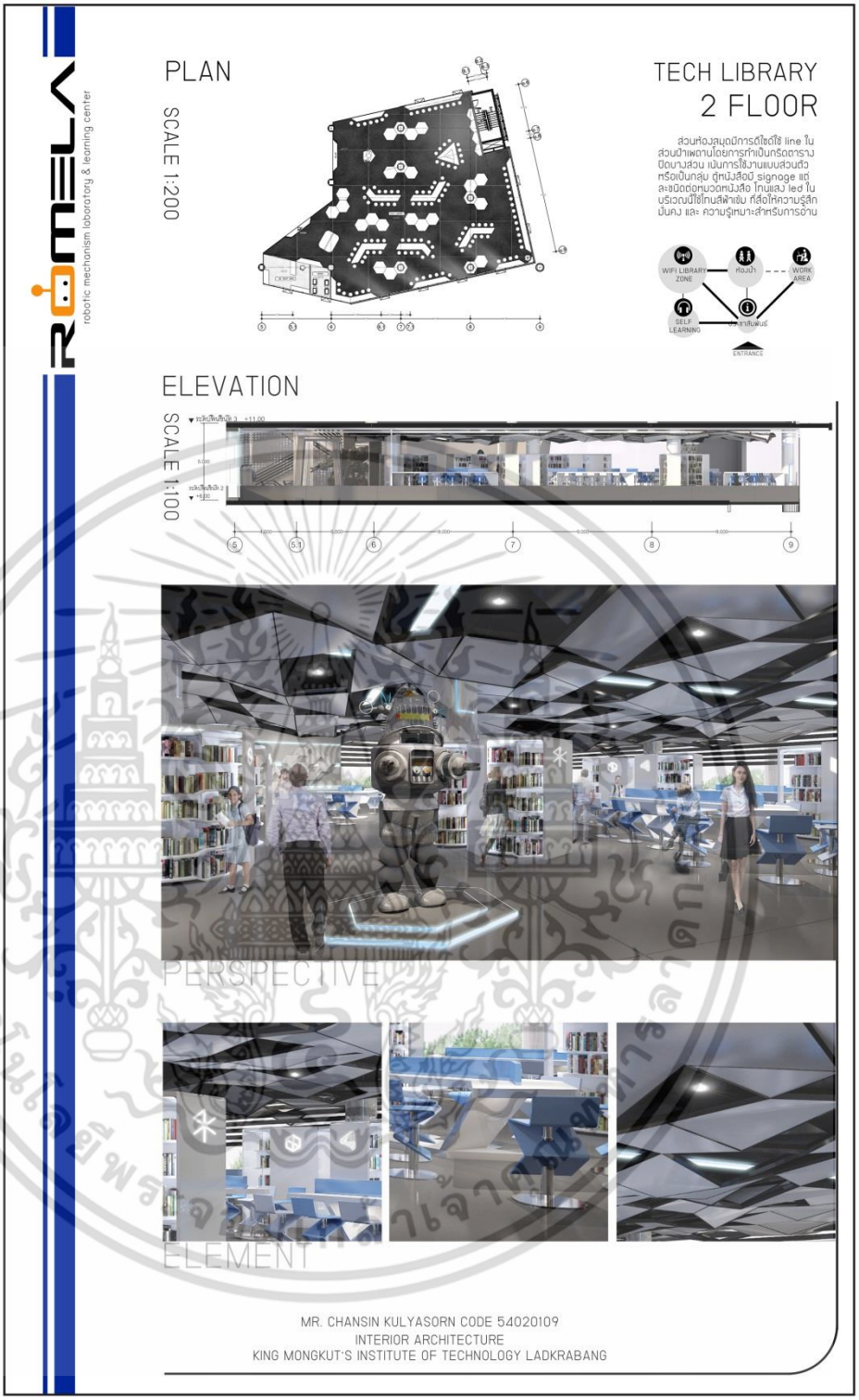

**รูปที่ 5.2** cafetaria G floor

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



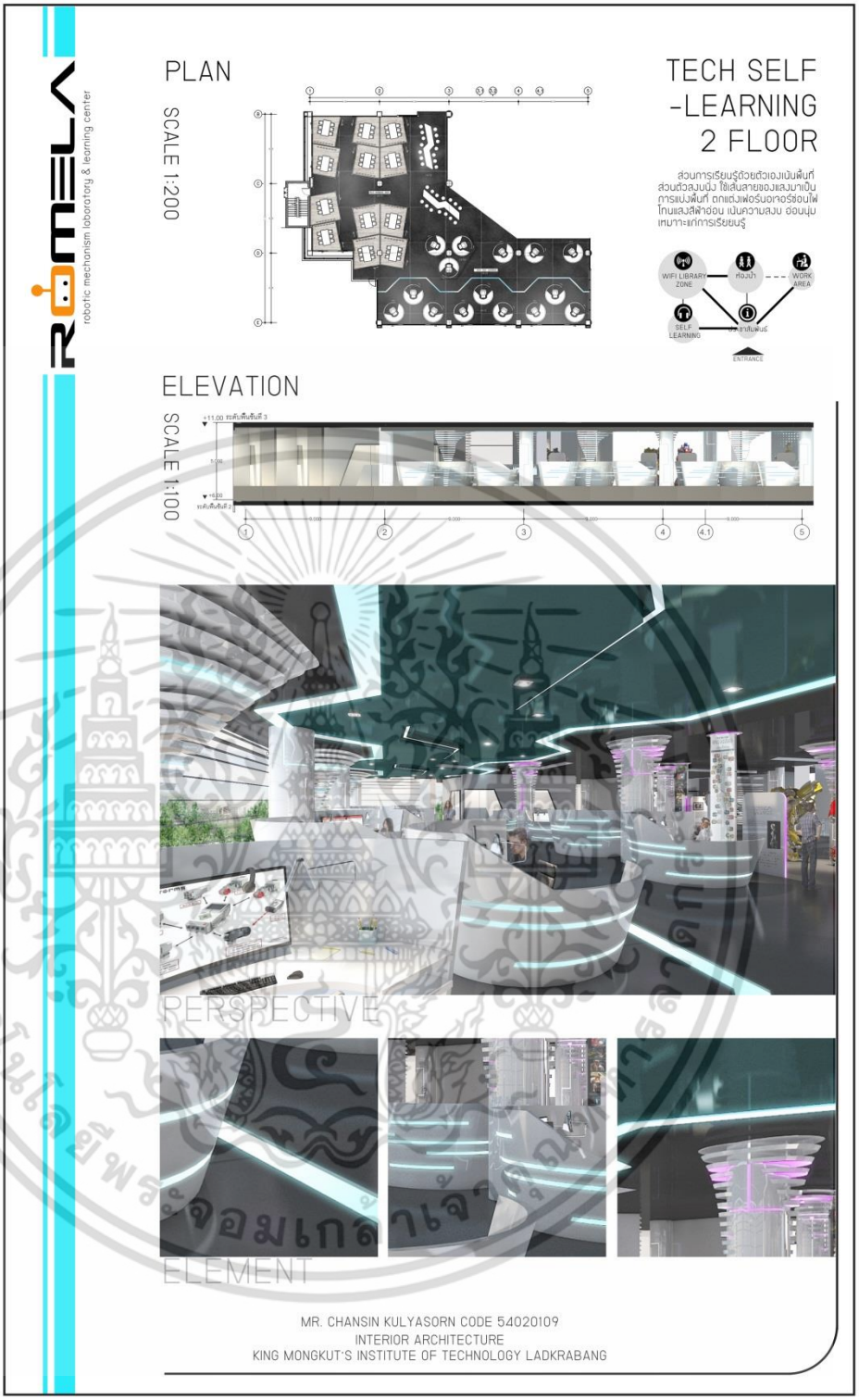

**รูปที่ 5.3** reception& temporary exhibit 2 floor

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



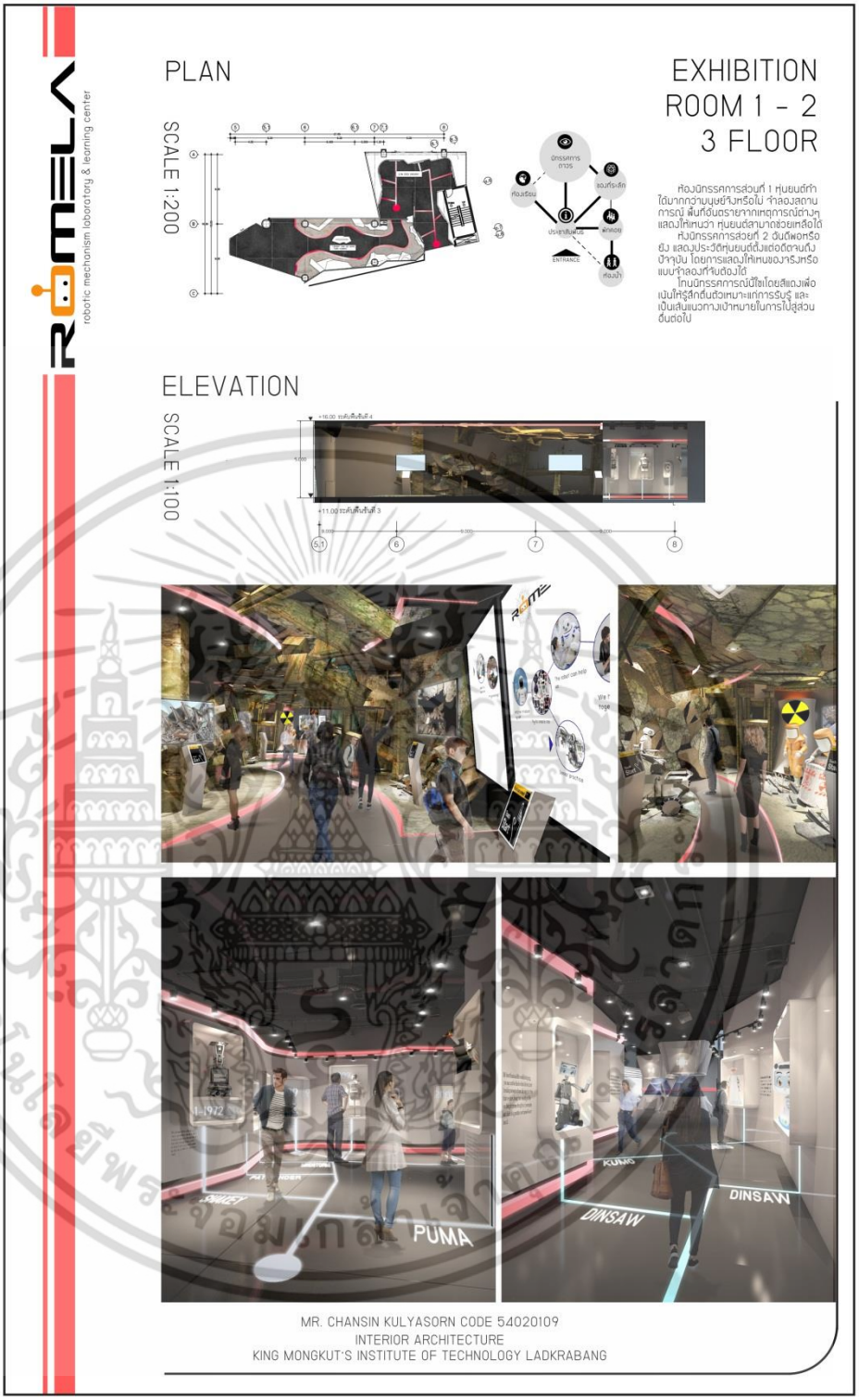

**รูปที่ 5.4** tech library 2 floor

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



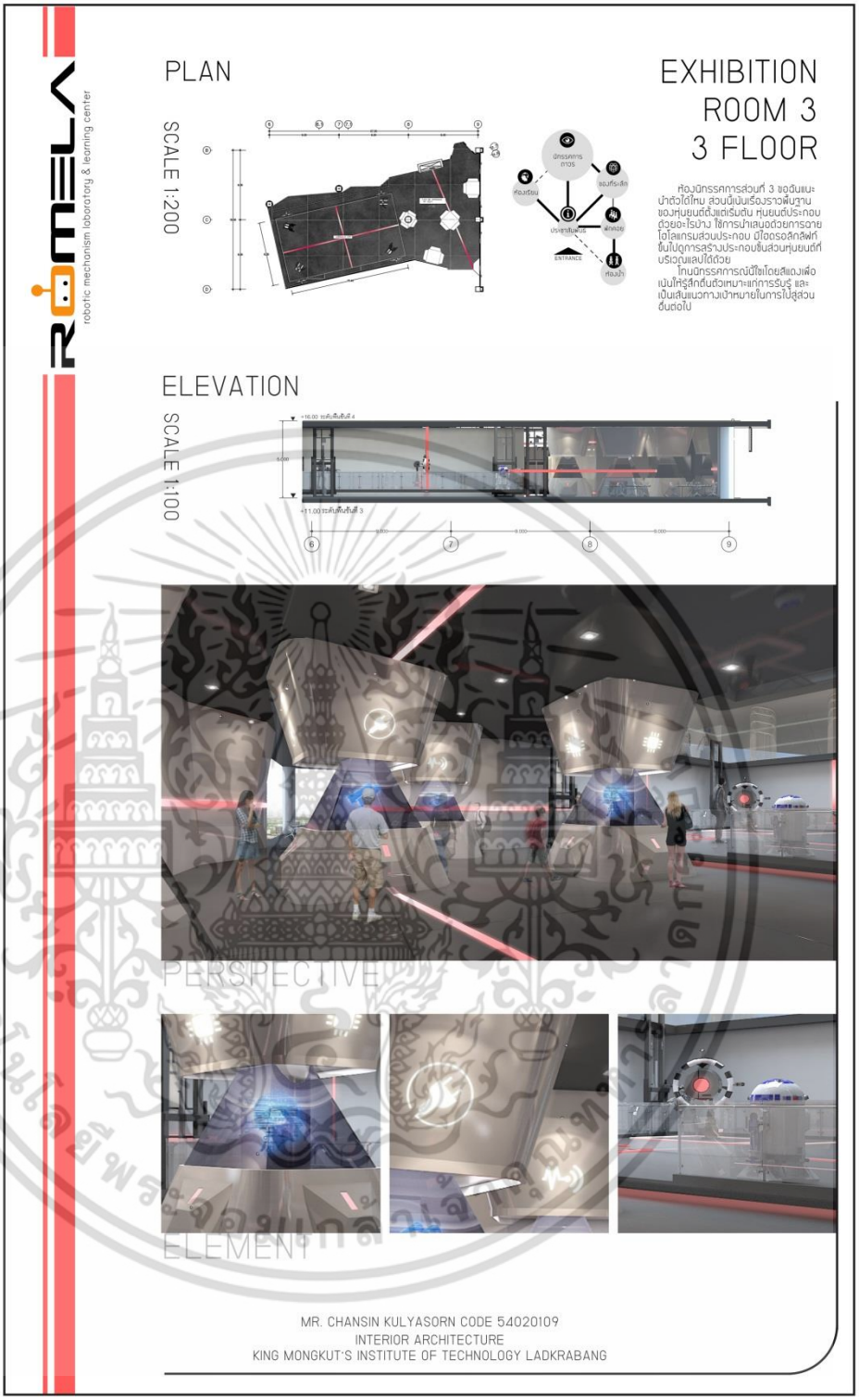

**รูปที่ 5.5** tech self learning 2 floor

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



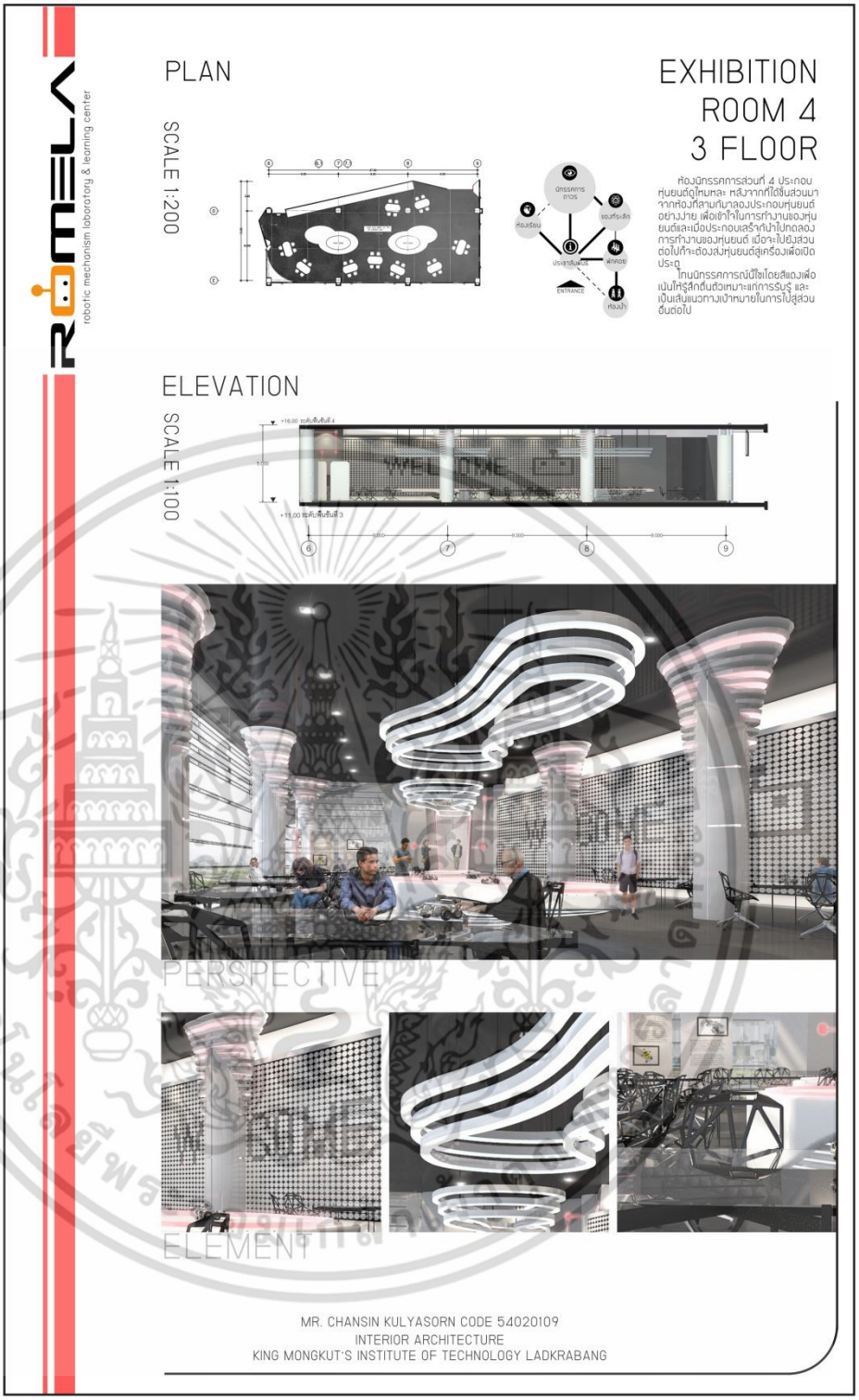

**รูปที่ 5.6** exhibition room 1-2 3 floor

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



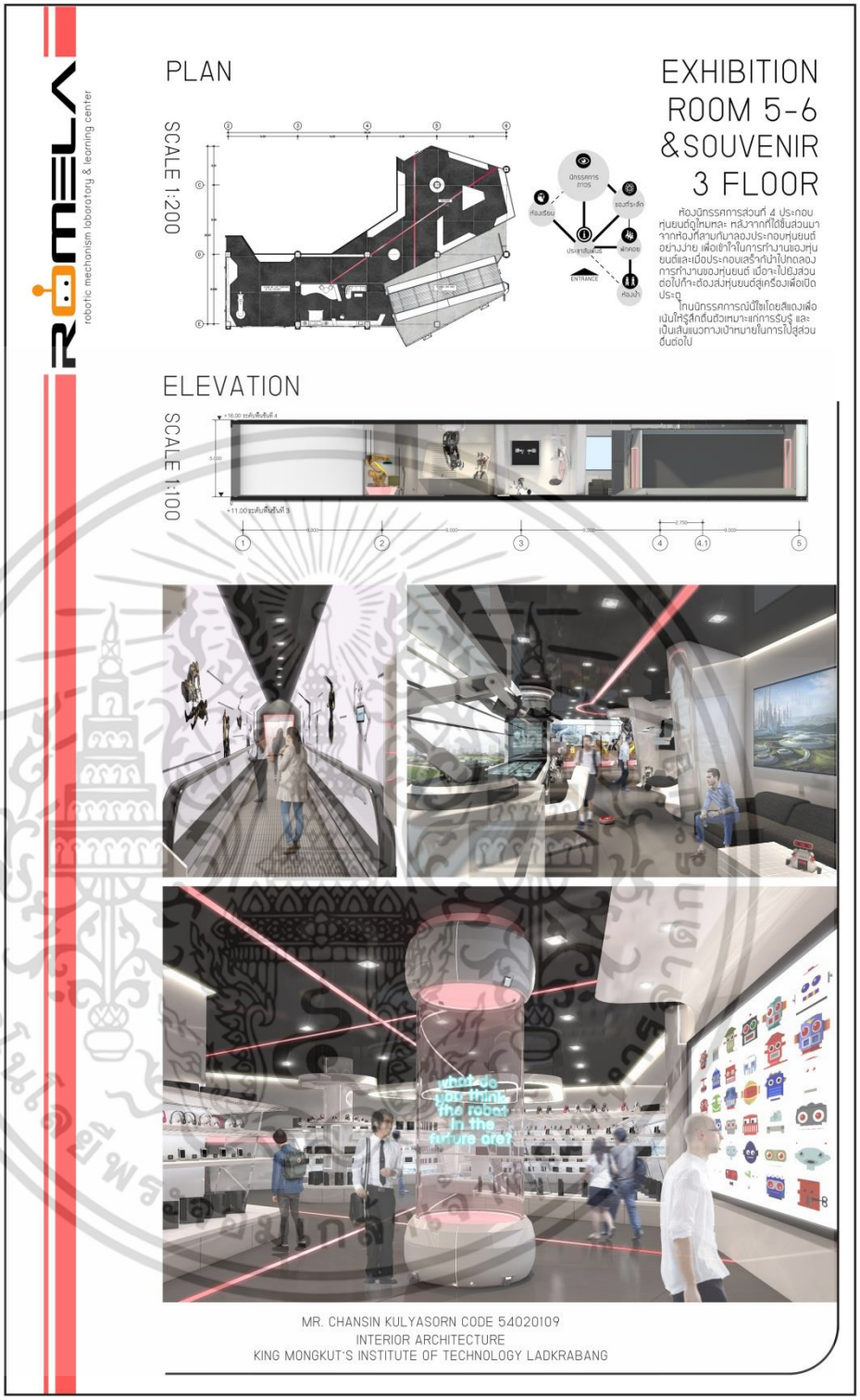

**รูปที่ 5.7** exhibition room 3 3 floor

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



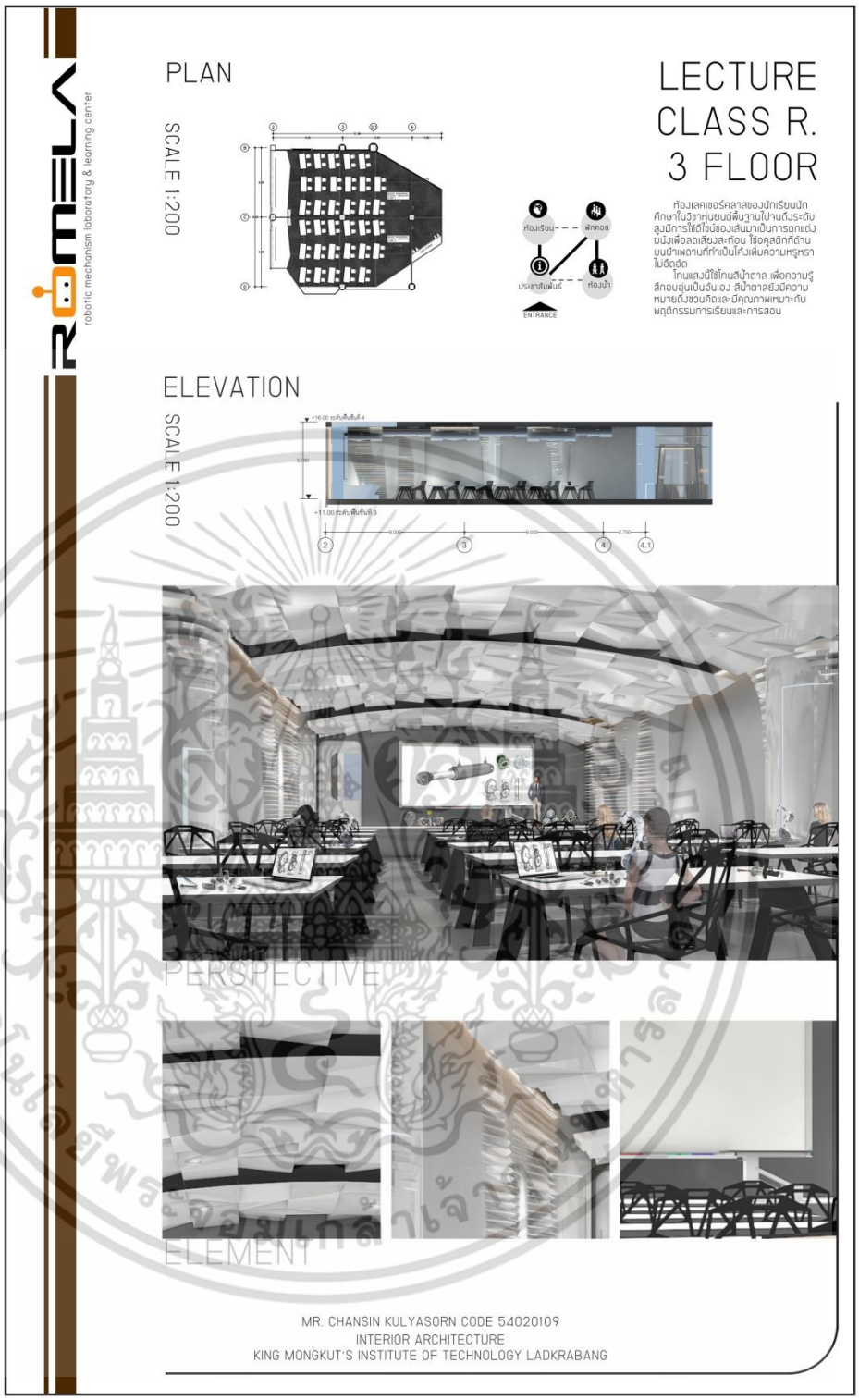

**รูปที่ 5.8** exhibition room 4 3 floor

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



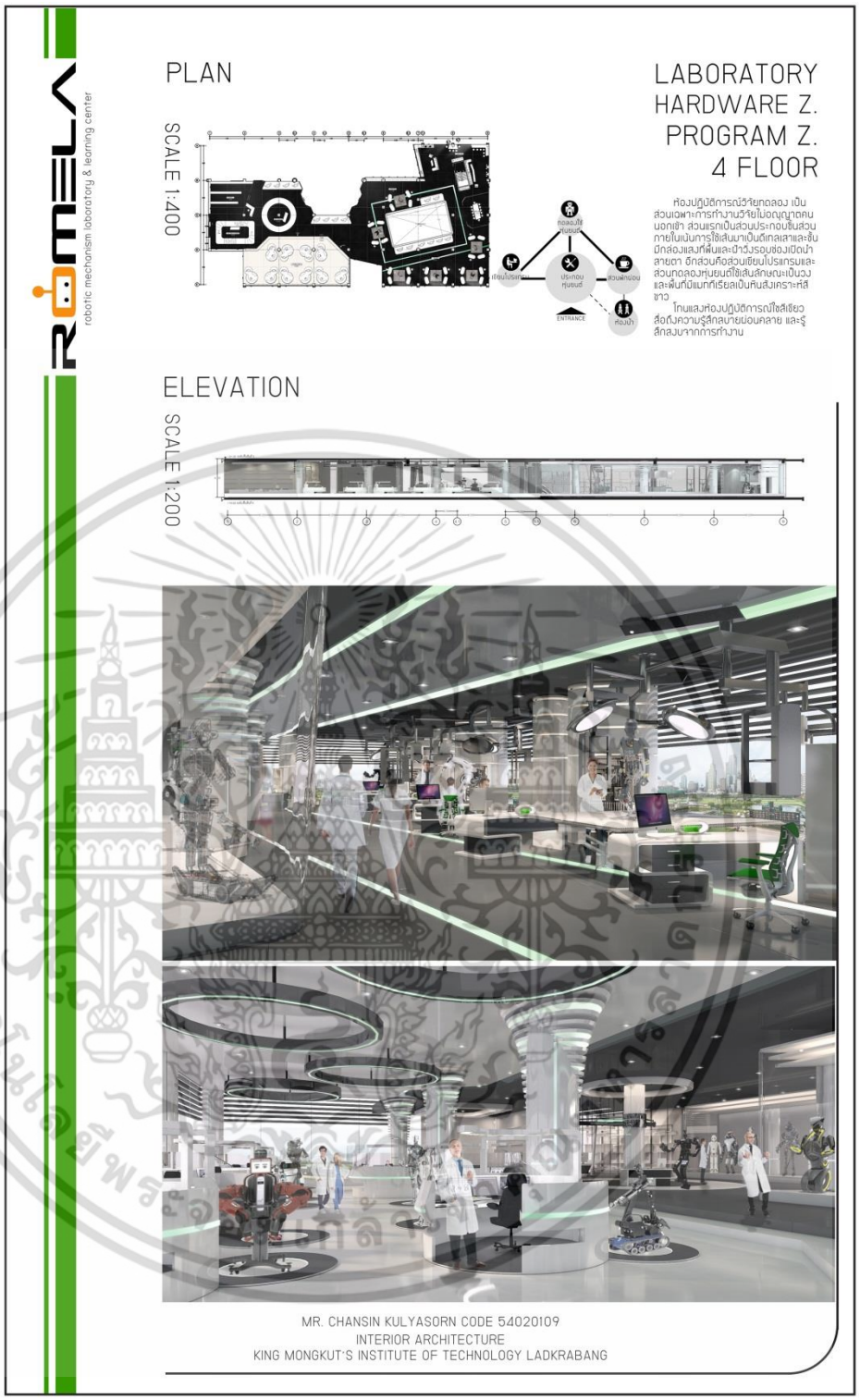

**รูปที่ 5.9** exhibition room 5-6 souvenir 3 floor

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



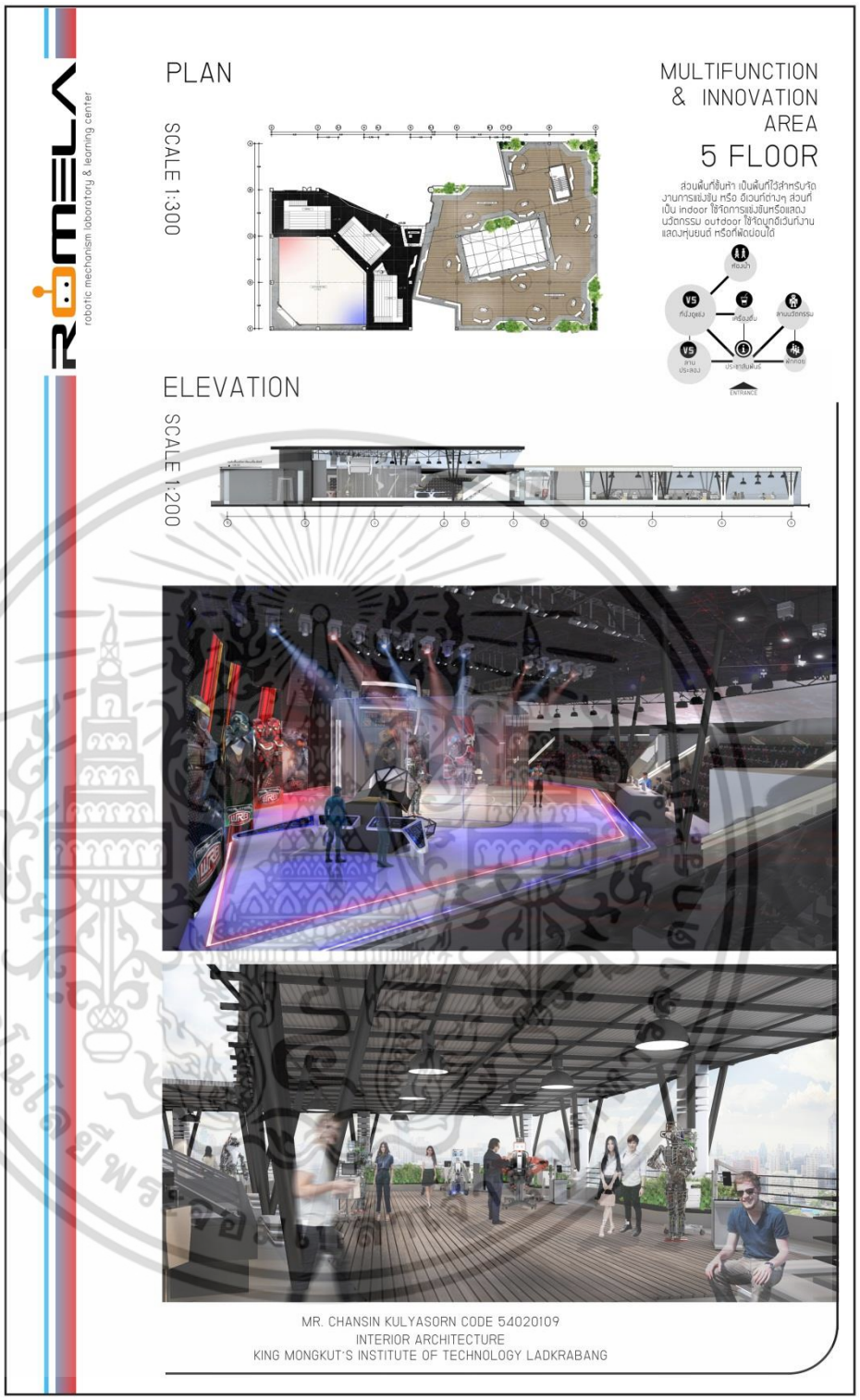

**รูปที่ 5.10** lecture class 3 floor

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**รูปที่ 5.11** laboratory & program 4 floor

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**รูปที่ 5.12** multifunction & innovation 5 floor

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**บรรณานุกรม**

สุรินทร์ ดีแก้วเกษ. 2558. ความหมายของหุ่นยนต์. (ออนไลน์). แหล่งที่มา : http://www.slideshare.net/kruyord/robot01. 23 สิงหาคม 2558.

วิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี. 2558.วิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์และหุ่นยนต์. (ออนไลน์). แหล่งที่มา : https://th.wikipedia.org/วิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์และหุ่นยนต์. 25 สิงหาคม 2558.

สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชนฯ. 2558 ความหมาย ประวัติ และวิวัฒนาการของหุ่นยนต์. (ออนไลน์). แหล่งที่มา : ttp://kanchanapisek.or.th/kp6/sub/book/book.php?book=36&chap=6&page=t36-6-infodetail01.html. 22 สิงหาคม 2558.

บทความเรื่องหุ่นยนต์จาก อาจารย์ ดร.ชิต เหล่าวัฒนา. 2558. หุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติที่ใช้ทางการแพทย์ไทย. (ออนไลน์). แหล่งที่มา : http://www.tpa.or.th/writer/read_this_book_topic.php?bookID=123&pageid=73&read=true&count=true. 25 สิงหาคม 2558.

Mazzor. 2558. เปิดโลกหุ่นยนต์ไทย กรณีศึกษา: อุตสาหกรรมหุ่นยนต์ไทยเกิดได้(จริงหรือ) ?. (ออนไลน์). แหล่งที่มา : http://pantip.com/topic/30680458. 27 สิงหาคม 2558.

สุเจน กรรพฤทธิ์. 2558. หุ่นยนต์ กับ คนไทย. (ออนไลน์). แหล่งที่มา : http://www.neutron.rmutphysics.com/science-news/index.php?option=com_content&task=view&id=1657&Itemid=4. 29 สิงหาคม 2558.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้