

ต้นแบบหุ่นยนต์รักษาความปลอดภัย (The Prototype of Security Robot)  
ปัญญา น้อยperm      ปิยาภรณ์ ใจอารีรอบ

## ต้นแบบหุ่นยนต์รักษาความปลอดภัย

### The Prototype of Security Robot

นายปัญญา น้อยperm

ภาควิชาการจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศ

คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

S6007021858174@email.kmutnb.ac.th

นางสาวปิยาภรณ์ ใจอารีรอบ

ภาควิชาการจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศ

คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

S6007021858182@email.kmutnb.ac.th

อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.มหัศก์ เกตุฯ

ภาควิชาการจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

maoquee@hotmail.com

### 1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันการรักษาความปลอดภัยสถานที่อาคาร หรือทรัพย์สินเป็นสิ่งสำคัญ เพื่อให้จากอัตราเติบโตของธุรกิจรักษาความปลอดภัย โดยปัจจัยสำคัญคือ การขยายตัวของความต้องการทั้งจากลูกค้าภาคธุรกิจ โดยเฉพาะ การพยายามย้ายหน่วยงานราชการเข้าไปอยู่ในศูนย์ราชการที่สร้างเสร็จ และลูกค้าภาคเอกชน โดยเฉพาะโครงการที่อยู่อาศัยที่เพิ่งสร้างเสร็จ ทั้งบ้านจัดสรร อาคารชุด และทาวน์เฮาส์ รวมไปถึงโครงการอาคารสำนักงาน และโรงงานอุตสาหกรรมที่เพิ่งจะสร้างเสร็จในนิคมอุตสาหกรรมต่าง ๆ นอกจากนี้ ความกังวลถึงความปลอดภัยในทรัพย์สิน เนื่องจากมีจำนวนมิจฉาชีพหรือโจรผู้รายกีเพิ่มมากขึ้น โดยเฉพาะในช่วงที่มีข่าวป่วนจากการเมือง และการก่อมือบุปผะทั่วอย่างต่อเนื่อง ทำให้ความต้องการใช้บริการธุรกิจรักษาความปลอดภัยเพิ่มขึ้นทันที โดยพบว่า ความต้องการในภาพรวมเพิ่มขึ้นประมาณร้อยละ 10 - 20 โดยลูกค้าส่วนใหญ่ต้องการจ้างเจ้าหน้าที่รักษาความปลอดภัยเพิ่มขึ้น ซึ่งหน้าที่ของเจ้าหน้าที่รักษาความปลอดภัยจะต้องคอยตรวจสอบทรัพย์สิน อาคารสถานที่ที่รับมอบให้และเฝ้าระวังตลอดเวลา ไม่ต้องการให้มีการปฏิบัติหน้าที่พร้อมด้วยลงนามรับ - ส่งมอบไว้เป็นหลักฐาน ค่อยดูแลทรัพย์สินและสถานที่ทำการต่าง ๆ ที่อยู่ในพื้นที่รับผิดชอบ ค่อยดูแลและวังรักษาทรัพย์สิน และอาคารที่รับผิดชอบไว้อย่างให้เกิดอันตรายและสูญหายหรือเสียหาย ค่อยหมั่นตรวจตราบุคคลที่เข้าไปใน

บริเวณกองเก็บสินค้า หรือตู้สินค้าที่รับผิดชอบ หากไม่มีหน้าที่เจ้าหน้าที่รักษาความปลอดภัยจะต้องคอยรายงานเหตุการณ์ประจำวันต่อผู้บังคับบัญชา หรือเรื่องของศูนย์รักษาความปลอดภัย

เนื่องจากงานรักษาความปลอดภัยมีความขาดแคลนแรงงาน นายวัลลภ กิ่งชาญศิลป์ ประธานกรรมการผู้จัดการ บ.รักษาความปลอดภัย กัทส์ อินเตอร์เนชันแนล ในฐานะประธานสมาคม สมาคมรักษาความปลอดภัยภาคพื้นเอเชีย เปิดเผยว่าแรงงานอาชีพเจ้าหน้าที่รักษาความปลอดภัย นี้มีทั้งหมดประมาณ 400,000 คน แบ่งเป็นแรงงานประจำ 300,000 คน ส่วนอีก 100,000 คน เป็นแรงงานตามฤดูกาล หมุนเวียนเข้าออกหลังว่างเว้นจากการทำงาน สาเหตุหลักที่ทำให้แรงงานด้านนี้ ขาดแคลนเป็นเพราะคนไทยค่อนข้างเลือกงาน ไม่อดทน และมีปัญหาที่พบในขณะนี้ คือ ขาดประสิทธิภาพหลัง รปภ. บางคนทำงานยาวนานกว่า 12 ชั่วโมง และบางคนต้องเข้ากะ 24 ชั่วโมง อีกทั้งเจอบัญหาถูกเหยียดหยาม ทำให้อาชีพนี้เป็นอาชีพสุดท้ายที่คนไทยเลือก



รูป 1 สาเหตุหลักการขาดแคลน รปภ.

อีกทั้งงานรักษาความปลอดภัยเป็นอาชีพที่มีความเสี่ยงสำหรับตัวพนักงานเอง ดังนั้นหุ้นยนต์จึงเป็นอีกทางเลือกที่จะนำมาใช้ในงานรักษาความปลอดภัย เนื่องด้วยหุ้นยนต์สามารถทำงานตรวจสอบได้ 24 ชั่วโมง ทำงานได้อย่างต่อเนื่องสม่ำเสมอ โดยไม่มีความจำเป็นต้องหยุดพัก และยังสามารถช่วยลดต้นทุนในการจ่ายค่าแรงและสวัสดิการ

## 2. วัตถุประสงค์

- เพื่อพัฒนาหุ่นยนต์รักษาความปลอดภัย

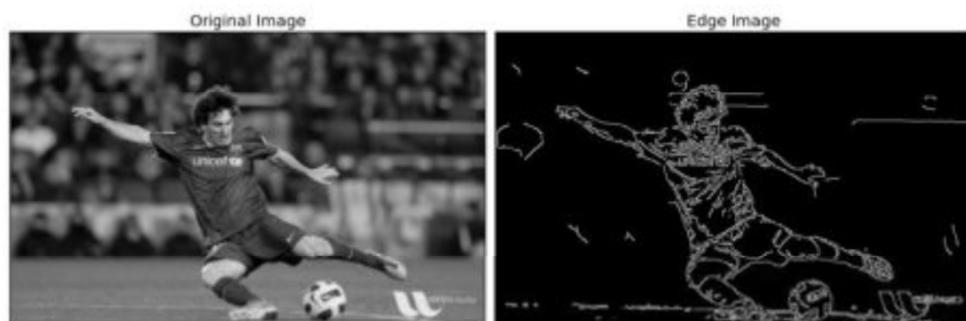
## 3. ขอบเขต และ ข้อจำกัดของงาน

- หุ่นยนต์รักษาความปลอดภัยสามารถทำการเดินตรวจในบริเวณพื้นทราย
- หุ่นยนต์รักษาความปลอดภัยสามารถทำงานได้เมื่อมีแบตเตอรี่

## 4. การทดสอบงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

- การตรวจจับใบหน้า ( Face Detection ) [1]

สำหรับการตรวจจับใบหน้าจะทำการเลือกพื้นที่ที่คาดว่าจะเป็นส่วนของใบหน้ามุษย์จากสิ่งที่ตรวจจับได้ด้วยวิธีการที่เรียกว่า Chromatic Color จากนั้นจะทำการตีกรอบตัวແเน่งที่คาดว่าจะเป็นใบหน้า ดังกล่าวไว้ก่อน แต่เนื่องจากพื้นที่ที่ตรวจจับได้อาจไม่ใช่ใบหน้ามุษย์เสมอไป ดังนั้นจึงต้องมีการนำบริเวณ ดังกล่าวไปห้องค์ประกอบหลัก จากนั้นทำการเลือกจำนวนองค์ประกอบหลักที่เหมาะสมที่สามารถให้ รายละเอียดของภาพได้ดีที่สุด และทำการชายองค์ประกอบหลักลงไปยังพื้นที่สิ่งที่ได้เลือกมาแล้ว เพื่อทำการ สร้างภาพใหม่ที่มีการลดมิติของภาพลง จะได้ภาพใหม่ที่มีองค์ประกอบหลักน้อยลง และภาพใหม่ที่ถูกสร้างขึ้นนี้ จะถูกนำไปคำนวณด้วยวิธีการตรวจจับเส้นขอบแบบ Canny Edge Detection Algorithm



รูป 2 การตรวจจับเส้นขอบแบบ Canny Edge Detection Algorithm

## 2. การรู้จำใบหน้า ( Face Recognition ) [2]

การรู้จำใบหน้า (Face Recognition) โดยทั่วไปแล้วการรู้จำ ใบหน้าสามารถจำแนกตาม กรรมวิธี ออกเป็น 4 ประเภทด้วยกัน ได้ดังนี้

### 2.1. วิธีการทางคณิตศาสตร์และแม่แบบ (Geometric/Template Based Approaches)

Geometric Feature-based ใช้วิธีในการวิเคราะห์คุณสมบัติของใบหน้าร่วมกับความสัมพันธ์ทางเรขาคณิต เช่น การใช้เทคนิค Elastic Bunch Graph Matching เป็นต้น

### 2.2. วิธีการแบบแยกส่วนและแบบองค์รวม (Piecemeal/Holistic Approaches)

เกิดขึ้นจากแนวความคิดที่ว่าการระบุใบหน้าสามารถดำเนินการได้จากรายละเอียดเพียงบางส่วน หรือ อีกนัยหนึ่งคือไม่มีความจำเป็นต้องเก็บคุณลักษณะของใบหน้าทุกส่วนก็สามารถระบุใบหน้าได้ หากแนวคิดดังที่ได้กล่าว นักวิจัยได้พยายามที่จะใช้การอนุ摹ความเกี่ยวข้องของคุณลักษณะต่าง ๆ บนใบหน้า เช่น บางเทคโนโลยีพยายามที่จะใช้คุณลักษณะของดวงตาร่วมกับคุณลักษณะอื่น ๆ แต่วิธีนี้ยังไม่เป็นที่นิยมมากนักเนื่องจากความจริงแล้วคุณลักษณะต่าง ๆ บนใบหน้าล้วนสำคัญและมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกันนั่นเป็นเหตุที่ทำให้ในปัจจุบันหลาย ๆ เทคนิคยังคงใช้การรู้จำแบบองค์รวม (Holistic) มากกว่า

### 2.3. วิธีสกัดคุณสมบัติใบหน้าจริงและการจำลองโมเดล (Appearance-based / Model-based Approaches)

Appearance-based เป็นวิธีที่พิจารณาข้อมูลดิบที่ได้จากใบหน้าซึ่งอยู่ในรูปของเวกเตอร์จากนั้นใช้เครื่องมือทางสถิติในการสกัดคุณสมบัติของใบหน้าออกมาเพื่อใช้ในการเปรียบเทียบกับข้อมูลที่ใช้ในการเรียนรู้ วิธีนี้สามารถแบ่งได้เป็น 2 ลักษณะด้วยกันคือ แบบ Linear และ Non - Linear โดยแบบ Linear มุ่งเน้นที่จะลดขนาดเวกเตอร์ในการประเจชชันเพื่อเป็นตัวแทนคุณสมบัติของแต่ละใบหน้าตัวอย่างเทคนิคที่ใช้ เช่น PCA, LDA และ Independent Component Analysis (ICA) ในส่วนของ Non - Linear จะค่อนข้างซับซ้อนกว่า เทคนิคที่นิยมใช้คือ Kernel PCA (KPCA)

Model-based เป็นวิธีที่มุ่งเน้นการสร้างโมเดลจำลองใบหน้าขึ้นมาเพื่อใช้ในการรู้จำ โดยสามารถแบ่งได้ 2 วิธีคือ 2 มิติ และ 3 มิติ ซึ่งวิธี Model-based สามารถที่จะประยุกต์เพื่อใช้จำแนกใบหน้าที่เป็นแบบหลายมุ่มมองได้อีกด้วย เทคนิคที่นำมาใช้ เช่น Elastic Bunch Graph Matching และ 3D Morphable Models เป็นต้น

#### 2.4. วิธีจับคู่แม่แบบ สถติและโครงข่ายประสาทเทียม (Template/Statistical/Neural Network Approaches)

Template Matching กำหนดให้แพทเทิร์นเป็นตัวแทนของ กลุ่มตัวอย่าง ไมเดลพิกเซล เส้นโค้ง พื้นผิว ซึ่งโดยปกติฟังก์ชันการรู้จำจะใช้ความสัมพันธ์หรือ ระบบทางในการรู้จำ

Statistical Approach กำหนดให้แพทเทิร์นเป็นตัวแทนของคุณสมบัติตั้งนี้ฟังก์ชันการรู้จำคือ ฟังก์ชันการจำแนก

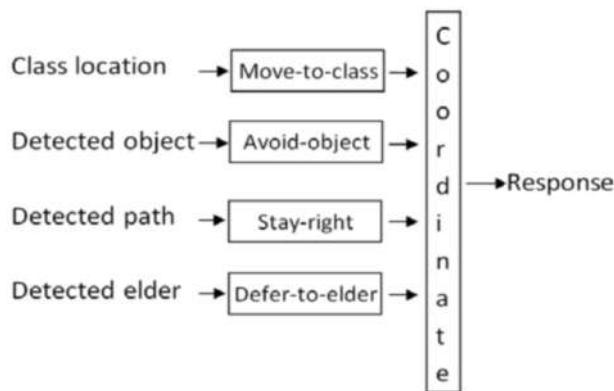
Neural Network กำหนดให้แพทเทิร์นสามารถมีตัวแทนได้หลากหลาย โดยวิธีนี้สามารถทำงาน ผสมผสานกับเทคนิคอื่นได้อีกด้วย ตัวอย่างเช่น Neural network with Gabor filters, Neural network with Hidden Markov Models, Neural network with Fuzzy logic เป็นต้น

### 3. การรู้จำใบหน้าแบบหลายมุมมอง

ระบบรู้จำใบหน้าที่มีอยู่ส่วนใหญ่สามารถทำงานได้กับลักษณะใบหน้าที่เป็นหน้าตรงอย่างไรก็ตาม ในทางปฏิบัติ ภาพใบหน้าที่ต้องการค้นหาจะเป็นภาพที่ได้จากการถ่ายรูปซึ่งภาพที่ได้ส่วนใหญ่จะเป็นภาพ ในลักษณะหลายมุมมอง จากปัญหาที่เกิดขึ้นวิธีที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหานี้คือการนำภาพ 2 มิติโดยงานวิจัย ของ X. Zhang [3] ได้จำแนกออกเป็น 3 วิธีด้วยกันคือ 1. Pose-tolerant Feature Extraction 2. Real View-based Matching 3. 2D Pose Transformation แต่ละวิธีมีข้อดีข้อเสียแตกต่างกันไป ในที่นี้จะขอกล่าวถึง เฉพาะวิธี Real View-based Matching หรือ การจับคู่ภาพมุมมองจริง ซึ่งเป็นวิธีที่นำเอาฐานข้อมูลใบหน้าแบบ มุมมองจริง ซึ่งเป็นวิธีที่นำเอาฐานข้อมูลใบหน้าแบบมุมมองจริงของแต่ละบุคคลมาใช้แทนแบบเดิมทำให้ ประสิทธิภาพการรู้จำเพิ่มมากขึ้นในขณะเดียวกันฐานข้อมูลก็มีขนาดใหญ่ขึ้นด้วย

### 4. พฤติกรรมของหุ่นยนต์ [4]

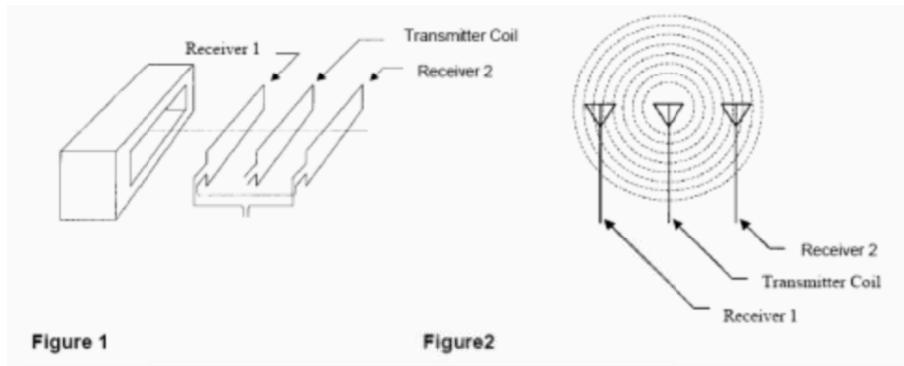
ในการออกแบบระบบหุ่นยนต์สิ่งที่สำคัญคือการใส่พฤติกรรมให้กับหุ่นยนต์ เช่น การเคลื่อนที่การหยุด การ หลบ และหลีกสิ่งกีดขวาง ซึ่งพฤติกรรมพื้นฐานเหล่านี้ จะต้องมีสำหรับหุ่นยนต์ (สุขิน มุขศรี, 2550) ดังนี้ เพื่อให้เข้าใจ รูปแบบพฤติกรรมของหุ่นยนต์ เราสามารถเขียนรูปแบบ แสดงพฤติกรรมได้ดังรูปที่ 3 ประกอบด้วย ส่วนนำเข้า (input) จะอยู่ระหว่างส่วนภายนอก ของหุ่นยนต์ ตามที่กำหนดไว้ส่วนการตัดสินใจ (Decision) เป็นการนำข้อมูลที่ได้จากส่วนแรกมาวิเคราะห์ข้อมูลแล้วตัดสินใจ เลือกเส้นทางตาม ที่กำหนดไว้ และส่วนการตอบสนอง (Response) เมื่อนำเอาต์พุตของแต่ละพฤติกรรมมารวมกันจะได้ผลตอบสนองรวม สำหรับหุ่นยนต์ขณะช่วงเวลาและ สภาพแวดล้อมหนึ่งๆ ให้หุ่นยนต์เคลื่อนที่ไปตามที่ต้องการได้ (Bruce, P.L., 1997)



รูป 3 พฤติกรรมของหุ่นยนต์เพื่อทำการตัดสินใจ

### 5. หลักการทฤษฎีของการทำงานของเครื่องตรวจโลหะ [5]

เครื่องจับโลหสารสามารถตรวจหาโลหะได้โดยอาศัย หลักการสร้างความสมดุลของสัญญาณนามแม่เหล็กไฟฟ้าที่เกิดจากชด漉ดส่งสัญญาณที่มีการประกอบพันอยู่ภายในเครื่องตรวจจับโลหะ เครื่องตรวจจับโลหะส่วนใหญ่จะใช้การสร้างคลื่นพลังงานที่คล้ายกับคลื่นความถี่วิทยุ โดยการสร้างความสมดุลของสนามแม่เหล็กไฟฟ้าที่เกิดขึ้นรอบชด漉ดตัวนำไฟฟ้า หรือเรียกว่า Balanced Coil ซึ่งเป็นสภาพที่สนามแม่เหล็กไฟฟ้าที่เกิดจากการส่งคลื่นพลังงานจากชด漉ดส่ง สัญญาณ หรือ Transmitter Coil ไปยังชด漉ดรับสัญญาณ หรือ Receiver ทำให้สนามแม่เหล็กไฟฟ้าที่สร้างขึ้นระหว่างชด漉ดทั้งสองประเภทนี้เกิดเป็น สนามแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีคุณสมบัติของแม่เหล็ก (Magnetic) หรือคุณสมบัติตัวนำไฟฟ้า (Electrically Conductive) เกิดเป็นสนามแม่เหล็กไฟฟ้าโดยรอบบริเวณระหว่างชด漉ดส่งสัญญาณและชด漉ดตัวรับ



รูป 4 ภาพการจัดวางตำแหน่งของชด漉ด

## 5. วิธีการพัฒนา และ เทคนิคที่ใช้

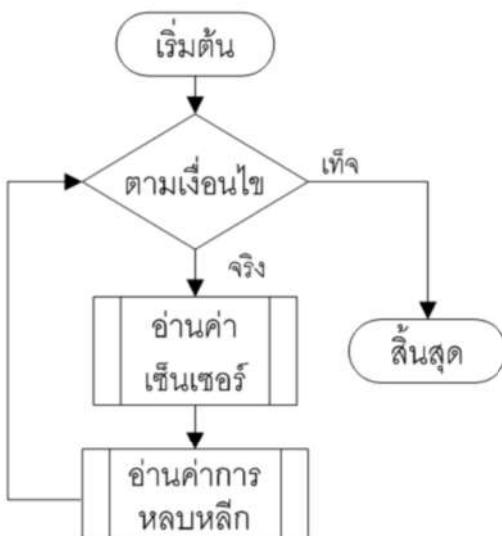
การพัฒนาหุ่นยนต์รักษาความปลอดภัยมีแนวคิดหลักคือ เป็นหุ่นยนต์ที่สามารถทำการเดินตรวจตราภายในอาคาร ซึ่งมีลักษณะการทำงานที่คล้ายกับเจ้าหน้าที่รักษาความปลอดภัยในปัจจุบัน โดยหุ่นยนต์รักษาความปลอดภัยจะคอยเฝ้าระวังด้วยการเดินตรวจตราด้วยการเปรียบเทียบใบหน้าประชาชนในบริเวณนั้น อีกทั้งเมื่อพบใบหน้าของผู้ต้องสงสัยหุ่นยนต์จะทำการตรวจสอบอาชญากรรมด้วยการปล่อยคลื่นแม่เหล็กروب ๆ หลังจากนั้น หุ่นยนต์จะทำการรายงานไปยังศูนย์สั่งการเพื่อให้เจ้าหน้าที่พิจารณาต่อไป

ขั้นตอนการพัฒนาหุ่นยนต์รักษาความปลอดภัยแบ่งออกเป็น 3 ส่วนดังนี้

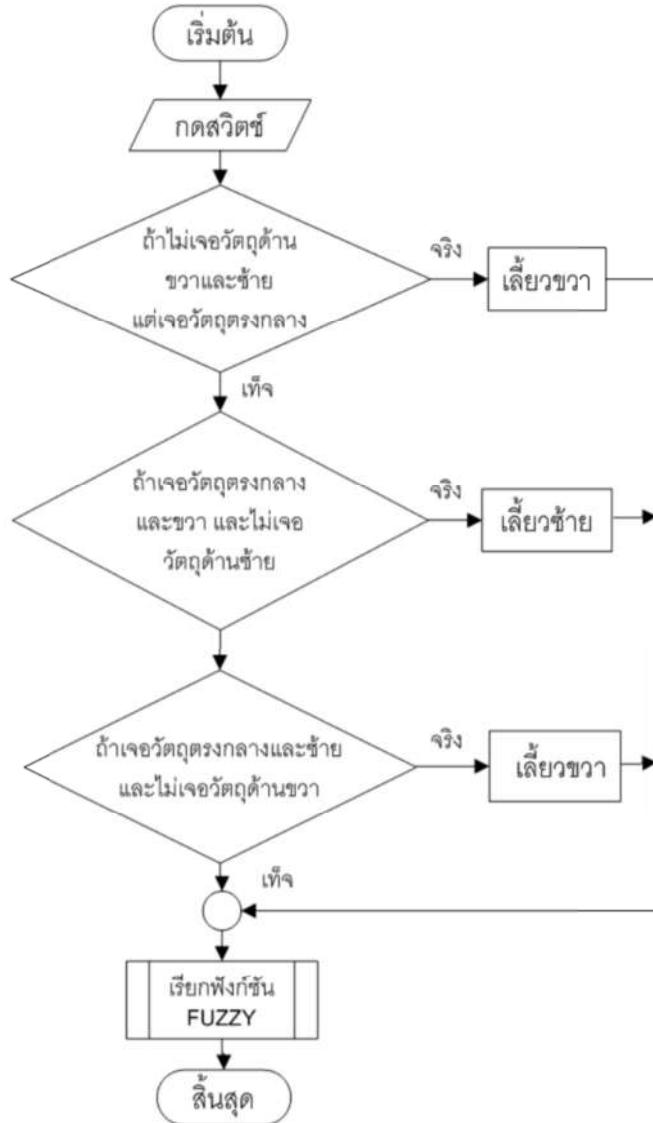
### 1. การออกแบบพัฒนาหุ่นยนต์รักษาความปลอดภัย

- พฤติกรรมการหลบสิ่งกีดขวาง (Avoidance Obstacle Behavior) เป็นพฤติกรรมที่ใช้ข้อมูลตัวตรวจวัดกำเนิดพื้นที่เชต มีขั้นตอนการทำงานดังนี้ คือตรวจค่าระยะ ห่างจากตัวด้านหน้า หลบหลีกสิ่งกีดขวางถ้าวัตถุใกล้กว่า ระยะหลบ, เลี้ยวขวา ถ้า มีสิ่งกีดขวางอยู่ด้านหน้า ซ้ายและเลี้ยวซ้ายถ้ามีสิ่งกีดขวางอยู่ด้านหน้าขวา และถ้าไม่มีสิ่งกีดขวาง อยู่ใกล้กว่าค่าระยะฉุกเฉินให้ยกเลิกพฤติกรรมนี้ ตามที่ได้ออกแบบผังงานการทำงาน ดังรูปที่ 2 และรูปที่ 3

- พฤติกรรมการหยุดฉุกเฉิน (Emergency Behavior) เป็นพฤติกรรมที่ขึ้นกับ ค่าระยะ ปลอดภัย คือ หยุด เคลื่อนที่ถ้าสิ่งกีดขวางใกล้กว่าระยะปลอดภัย และสามารถ ถอยหลังได้



รูป 5 ผังงานหลักของพฤติกรรมพื้นฐานของหุ่นยนต์



รูป 6 ผังงานการทำงานฟังก์ชันการหลบหลีก

## 2. การตรวจสอบใบหน้ากับฐานข้อมูลประวัติอาชญากร

กระบวนการในการวิเคราะห์การรู้จำใบหน้า เป็นขั้นตอนที่นำภาพมาเปรียบเทียบกับภาพแม่แบบที่ถูกเก็บไว้ในฐานข้อมูล โดยใช้อัลกอริทึม Principal Component Analysis (PCA) PCA เป็นอัลกอริทึมการทำงานที่ ถูกคิดขึ้นในยุคแรกๆของการพัฒนาระบบจำใบหน้า ซึ่งอาศัย หลักการทางคณิตศาสตร์เรื่องเวกเตอร์มาใช้ในการทำงานเป็นหลัก โดยจะแปลงภาพถ่ายใบหน้า

บุคคลสองมิติไปเป็นเวกเตอร์หนึ่งมิติ และเก็บไว้ในฐานข้อมูล และเมื่อต้องการนำรูปภาพใบหน้าบุคคล ที่ สอนให้มาเปรียบเทียบจะทำการแปลงภาพใบหน้านั้น เป็นเวกเตอร์หนึ่งมิติด้วย แล้วนำเวกเตอร์ไปเปรียบเทียบ กับภาพในฐานข้อมูลเพื่อหาผลลัพธ์ ซึ่งต่อมาวิธีนี้ถูกพบว่ามีปัญหาค่อนข้างมากในเรื่องของมิติของเวกเตอร์จึงถูก พัฒนาต่อไปเป็น 2D-PCA (Two-Dimensional Principle Component Analysis) เพื่อ แก้ปัญหาเรื่องมิติของเวกเตอร์ โดยไม่ทำการแปลงภาพถ่ายใบหน้าบุคคลสองมิติไปเป็นเวกเตอร์หนึ่งมิติ แต่จะทำการแปลงภาพถ่ายใบหน้า บุคคลสองมิติไปเป็นเวกเตอร์สองมิติด้วย

การทำงานตรวจสอบภาพ โดยมีภาพอยู่ 2 ภาพ ซึ่งภาพจะถูกนำมาคำนวณโดยการทำ งานของ Eigen space ระบบ จะตรวจสอบภาพ และจะจัดความสัมพันธ์ของเมทริกซ์ระหว่างตัว แพร 2 ตัว ที่ได้รับการสังเกตในเวลาเดียวกัน ของไอเกนเวกเตอร์ พื้นฐานการคำนวณ ขั้นแรกเป็นการเลือกว่าภาพหนึ่งจะถูกพิจารณาในแต่ละเวกเตอร์ โดยนำ ค่าของ Pixel มาคำนวณ ซึ่งการเข้าไป แต่ละเวกเตอร์จะเป็นค่า Gray Scale ของ Pixel และภาพที่นำ มาทดสอบจะถูกนำมาเปรียบเทียบกับภาพที่มีอยู่ทั้งหมด ซึ่งจะหาภาพที่เหมือน หรือใกล้เคียงกับ ภาพที่มีอยู่ได้ การวิเคราะห์ส่วนประกอบ ที่สำคัญโดยใช้ PCA มีอยู่ 2 สิ่ง คือ ค่าไอเกน และค่าไอเกนเวกเตอร์

### 3. การตรวจสอบอาวุธด้วยเทคนิคการตรวจจับโลหะ

หุ่นยนต์รักษาความปลอดภัยจะมีการติดตั้งเครื่องตรวจจับโลหะ ซึ่งเมื่อตรวจพบผู้ต้องสงสัย จากใบหน้าแล้ว หุ่นยนต์จะทำการพยายามติดตามบุคคลนั้นในระยะประชิด เมื่อเข้าใกล้ในระยะที่เหมาะสมแล้วจะปล่อยสนามแม่เหล็กเพื่อตรวจสอบวัตถุที่เป็นโลหะซึ่งคาดว่าจะเป็นอาวุธได้ และหากตรวจพบจะทำการรายงานไปยังศูนย์สั่งการ

## 6. จุดเด่นของงาน และ ประโยชน์ในการนำไปใช้

### 1. ข้อดี

- ลดการใช้ทรัพยากรมนุษย์
- ตรวจจับอาวุธที่บุคคลคนนั้นซุกซ่อนได้แม่นยำกว่าใช้มนุษย์ตรวจค้น
- ส่งข้อมูลแจ้งเตือนได้ทันทีเมื่อตรวจพบวัตถุหรืออาวุธต้องสงสัย
- เจ้าหน้าที่มีความปลอดภัยหากกรณีที่คนร้ายจะก่ออันตราย หรือคนร้ายพกวัตถุที่มีพิษ รังสี

### 2. ข้อเสีย

- ใช้งบประมาณในการพัฒนาหุ่นยนต์จำนวนมาก
- ต้องจำกัดพื้นที่ในการตรวจจับอาวุธของหุ่นยนต์

## 7. บรรณานุกรม หรือเอกสารอ้างอิง

- [1] Paul PP and Gavrilova M, “ PCA Based Geometric Modeling for Automatic Face Detection,” IEEE Trans. International Conference on Computational Science and Its Applications. Santander, 2011.
- [2] I. Marqués, M. Graña, Face Recognition Algorithms, Universidad del País Vasco, June 16, 2010.
- [3] X. Zhang, Y. Gao, “Face recognition across pose:A review”, Pattern Recognition 42, pp. 2876-2896, 2009
- [4] กัณตภณพริวาร์ส, การพัฒนาระบบการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ด้วยฟื้ชซีลอดจิก, สาขาวิชาวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยวงษ์ชราลิตกุล จ. นครราชสีมา 30000 โทร. 044-203778 ต่อ 240 โทรสาร 044-203785
- [5] ชวัฒน์ชัย ข่าวิจิตรภรณ์, ความรู้พื้นฐานสำหรับเครื่องตรวจจับโลหะ (Metal Detector), <http://www.isotoyou.com/index.php/article/203-metal-detector.html>