



การรู้จำการทำกิจกรรมผู้สูงอายุจากการวิเคราะห์ภาพ
Elderly Activity Recognition using Image Processing

เสาวณี เรืองเนียม
Saowanee Ruangniam

วิทยานิพนธ์นี้สำหรับการศึกษิตตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
A Thesis Submitted in Fulfillment of the Requirements for the
Degree of Master of Engineering in Computer Engineering
Prince of Songkla University

2562

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์



การรู้จำการทำกิจกรรมผู้สูงอายุจากการวิเคราะห์ภาพ
Elderly Activity Recognition using Image Processing

เสาวณี เรืองเนียม
Saowanee Ruangniam

วิทยานิพนธ์นี้สำหรับการศึกษิตตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
A Thesis Submitted in Fulfillment of the Requirements for the
Degree of Master of Engineering in Computer Engineering
Prince of Songkla University
2562
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ชื่อวิทยานิพนธ์ การรู้จำการทำกิจกรรมผู้สูงอายุจากการวิเคราะห์ภาพ

ผู้เขียน นางสาวเสาวณี เรืองเนียม

สาขาวิชา วิศวกรรมคอมพิวเตอร์

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

คณะกรรมการสอบ

.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นิคม สุวรรณวร)

.....ประธานกรรมการ
(ดร.อนันต์ ชกสุริวงศ์)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นิคม สุวรรณวร)

.....กรรมการ
(ดร.สมชัย หลิมศิริโรรัตน์)

.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.วัฒนพงศ์ เกิดทองมี)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัย
สำหรับการศึกษา ตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรม
คอมพิวเตอร์

.....
(ศาสตราจารย์ ดร.ดำรงศักดิ์ ฟ้างู่งสง)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(3)

ขอรับรองว่า ผลงานวิจัยนี้มาจากการศึกษาวิจัยของนักศึกษาเอง และได้แสดงความขอบคุณบุคคลที่มี
ส่วนช่วยเหลือแล้ว

ลงชื่อ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นิคม สุวรรณวร)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

ลงชื่อ

(นางสาวเสาวณี เรืองเนียม)

นักศึกษา

(4)

ข้าพเจ้าขอรับรองว่า ผลงานวิจัยนี้ไม่เคยเป็นส่วนหนึ่งในการอนุมัติปริญญาในระดับใดมาก่อน และ
ไม่ได้ถูกใช้ในการยื่นขออนุมัติปริญญาในขณะนี้

ลงชื่อ

(นางสาวเสาวณี เรืองเนียม)

นักศึกษา

ชื่อวิทยานิพนธ์ การรู้จำการทำกิจกรรมผู้สูงอายุจากการวิเคราะห์ภาพ
ผู้เขียน นางสาวเสาวณี เรืองเนียม
สาขาวิชา วิศวกรรมคอมพิวเตอร์
ปีการศึกษา 2561

บทคัดย่อ

ปัจจุบันแนวโน้มการเพิ่มจำนวนของผู้สูงอายุในประเทศไทยสูงขึ้นเรื่อยๆ และผู้สูงอายุส่วนใหญ่ต้องการอยู่อาศัยที่บ้านของตนเอง การพัฒนาของเทคโนโลยีที่ทันสมัยช่วยให้ผู้สูงอายุที่อยู่อาศัยตามลำพังใช้ชีวิตได้อย่างสบายขึ้น ในงานวิจัยนี้เราได้เน้นไปถึงการวิเคราะห์และตรวจสอบกิจกรรมที่ผิดปกติในห้อง 4 ห้องพื้นฐาน โดยการรู้จำกิจกรรมที่แตกต่างกัน 12 กิจกรรมทดสอบใน 10 บุคคลที่แตกต่างกัน การเปลี่ยนแปลงของกิจวัตรประจำวันสามารถบอกถึงสุขภาพที่เปลี่ยนแปลงหรือความผิดปกติได้ เราจึงใช้สมมุติฐานนี้ในการสร้างข้อมูลทดสอบเพื่อวิเคราะห์เหตุการณ์ที่ปกติและผิดปกติ โดยในงานวิจัยนี้เราได้นำเสนอ Transition Matrix Model (TMM) และค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) ในการสังเกตกิจวัตรประจำวัน โดยการทดสอบนั้นได้กำหนดลำดับกิจกรรมทั้งหมด 10 ลำดับในหนึ่งวันที่แตกต่างกันและกำหนดให้เป็นกิจกรรมที่ปกติ จากนั้นจึงทำการทดสอบหาวิธีการที่จะแยกแยะความผิดปกติโดยเปรียบเทียบกิจกรรมที่ปกติกับกิจกรรมที่มีการเพิ่มกิจกรรมรบกวนที่ร้อยละ 10 25 35 และ 50 ของกิจกรรมทั้งหมดตามลำดับพบว่าได้หากใช้วิธีที่ได้นำเสนอ เมื่อมีกิจกรรมรบกวนเพียงเล็กน้อยมีค่าความถูกต้อง 100 เปอร์เซ็นต์ เมื่อกิจกรรมรบกวนเพิ่มทีละน้อยทำให้ค่าความถูกต้องลดน้อยลงเรื่อยๆ

คำสำคัญ การประมวลผลภาพ, การแยกแยะกิจกรรมที่ผิดปกติ, การตรวจจับพฤติกรรมที่ผิดปกติ, ผู้สูงอายุ

Thesis Title	Elderly Activity Recognition using Image Processing
Author	Miss Saowanee Ruangniam
Major Program	Computer Engineering
Academic Year	2018

ABSTRACT

The trend number of elderly in Thailand is increasing and most elderly are desire to live on their own homes. The development in modern technologies assists older people to live alone and make their life more comfortable. In this work, the focus is to analyze and monitor abnormal activities in four basic rooms by observing 12 different activities of 10 different persons. The comparison of characteristics is found different from the normal pattern. The changing pattern of activities in daily life is importance to refer the unhealthy or abnormal behaviour. This feature is used to analyze both normal and abnormal activity. A method has been proposed in this study which uses Transition Matrix Model (TMM) and Root mean square error (RMSE) to observe the 12 basic activities in four rooms for discovering normal pattern and use for monitoring abnormal activities. Ten different sequence activities in daily life has been analyzed by using this method. A sequence of activity in daily life has been defined as the normal activity. The data were compared by proposed method with the same sequence of activity by adding different levels of noise such as 10, 25, 35 and 50 %. Less noise in the room shows 100% accuracy while adding more noise will result in decrement of accuracy.

Keywords: Image Processing, Abnormal Activity Classification, Abnormal Activity Detection, Elderly People.

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี ต้องขอขอบพระคุณการสนับสนุนของอาจารย์ที่ปรึกษางานวิจัย ผศ.ดร.นิคม สุวรรณวร เป็นอย่างสูง ซึ่งได้ให้ทั้งคำปรึกษา ความรู้ กำลังใจ การช่วยเหลือต่างๆ ตลอดการวิจัยนี้

ขอขอบพระคุณ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ที่กรุณาสนับสนุน “ทุนบัณฑิตศึกษาวิศวกรรมศาสตร์” แก่ผู้วิจัยตลอดการศึกษา

ขอขอบคุณเพื่อนๆในห้องวิจัยที่ได้ให้การสนับสนุนในการเก็บข้อมูลเพื่อนำไปใช้การทดสอบผล และให้ความช่วยเหลือในด้านต่างๆ

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่านที่ได้ให้ความรู้ คำแนะนำ และช่วยขัดเกลางานวิจัยนี้ให้ประสบผลสำเร็จลุล่วงทุกท่าน ขอขอบคุณบิดา มารดา ที่คอยให้กำลังใจและสนับสนุนตลอดการศึกษา หากงานวิจัยนี้มีข้อผิดพลาดประการใดขออภัยมา ณ ที่นี้ด้วย

เสาวณี เรืองเนียม

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ.....	(8)
รายการตาราง	(10)
รายการภาพประกอบ	(11)
รายการภาพประกอบ(ต่อ).....	(12)
บทที่ 1	1
บทนำ.....	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของงานวิจัย.....	1
1.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	3
1.2.1 การวิเคราะห์ท่าทางจากความลึก	3
1.2.2 เทคนิคการวิเคราะห์กิจกรรม	6
1.3 วัตถุประสงค์ในการวิจัย.....	13
1.4 ขอบเขตงานวิจัย	13
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	14
บทที่ 2	15
ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง	15
2.1. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์ท่าทาง.....	15
2.2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการสร้างโมเดลความสัมพันธ์ของกิจกรรม.....	19
2.3. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์ความผิดปกติของกิจกรรม.....	20
บทที่ 3	22
วิธีการดำเนินการวิจัย	22
3.1 แนวคิดภาพรวม	22
3.2 การรู้จำท่าทาง	22
3.3 การหากิจกรรมในชีวิตประจำวันด้วยกฎ (Rule-based Activity Classification)	24
3.3.1 แนวคิดการหากิจกรรมในชีวิตประจำวัน.....	24
3.3.2 การรู้จำกิจกรรม.....	24
3.4 การสร้างโมเดลความสัมพันธ์ของกิจกรรม (Transition Matrix Model:TMM)	29
3.4.1 แนวคิดการสร้างโมเดลความสัมพันธ์ของกิจกรรม	29

สารบัญ

	หน้า
3.4.2 การสร้างโมเดลความสัมพันธ์ของกิจกรรม.....	30
3.5 การตัดสินใจแยกแยะกิจกรรมผิดพลาด (Decision).....	31
3.5.1 แนวคิดการตัดสินใจแยกแยะกิจกรรมที่ผิดพลาด.....	31
3.5.2 Sliding Windows.....	33
3.6 การหาว่าความผิดพลาดเกิดขึ้นที่ห้องใด.....	36
3.6.1 แนวคิดการหาว่าความผิดพลาดเกิดขึ้นที่ห้องใด.....	36
บทที่ 4.....	38
ผลการทดลอง.....	38
4.1 ผลการทดลองการวิเคราะห์หากิจกรรมในชีวิตประจำวันด้วยกฎ.....	38
4.1.1 สมมุติฐาน.....	38
4.1.2 การเตรียมภาพสำหรับการรู้จักกิจกรรม.....	38
4.1.3 ผลการทดลอง.....	40
4.1.4 สรุปผลการทดลอง.....	41
4.2 ผลการทดลองการตัดสินใจแยกแยะกิจกรรมที่ผิดพลาด.....	42
4.2.1 สมมุติฐาน.....	42
4.2.2 การสร้างชุดข้อมูลทดสอบ.....	42
4.2.3 ผลการทดลอง.....	45
4.2.4 สรุปผลการทดลอง.....	66
4.4 สรุปและวิเคราะห์ผลการทดลอง.....	66
บทที่ 5.....	68
บทสรุป อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ.....	68
5.1 สรุปผลการวิจัย.....	68
5.2 อภิปรายผล.....	69
5.3 ข้อเสนอแนะ.....	70
บรรณานุกรม.....	72
ภาคผนวก.....	74
ภาคผนวก ก.....	75
ผลงานตีพิมพ์เผยแพร่จากวิทยานิพนธ์.....	75

รายการตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2-1 13 ความสัมพันธ์พื้นฐานของอัลลีล.....	19
ตารางที่ 3-1 แนวคิดเบื้องต้นในการใช้กฎแยกแยะกิจกรรม.....	28
ตารางที่ 3-2 กฎการจำแนกกิจกรรม	28
ตารางที่ 3-3 ตัวอย่างการเก็บข้อมูลเพื่อใช้ในการตัดสินใจว่าปกติหรือผิดปกติ.....	36
ตารางที่ 4-1 ความถูกต้องในการหากิจกรรมด้วยวิธีการที่นำเสนอ	38
ตารางที่ 4-2 ค่าความถูกต้องเมื่อใช้เทรซโฮลที่แตกต่างกันของ RMSE avg. และ RMSE min.	54
ตารางที่ 4-3 ความถูกต้องผลการทดลองเมื่อใช้ค่าเทรซโฮลเท่ากับ 4	52
ตารางที่ 4-4 ค่าร้อยละการตัดสินใจว่าผิดปกติเมื่อใช้วิธีการที่นำเสนอด้วยค่าเทรซโฮลที่แตกต่างกัน ทดลองระหว่างชุดข้อมูลที่แตกต่างกัน 10 ชุดข้อมูล	53
ตารางที่ 4-5 ค่าเฉลี่ยของ RMSE min. ในโมเดลโดยประมวลผลทุกๆ 15 นาที.....	59
ตารางที่ 4-6 ค่าเฉลี่ยของ RMSE min. ในโมเดลโดยประมวลผลทุกๆ 30 นาที.....	59
ตารางที่ 4-7 ค่าเฉลี่ยของ RMSE min. ในโมเดลโดยประมวลผลทุกๆ 45 นาที.....	60
ตารางที่ 4-8 ค่าเฉลี่ยของ RMSE min. ในโมเดลโดยประมวลผลทุกๆ 2 ชั่วโมง	60
ตารางที่ 4-9 ค่าเฉลี่ยของ RMSE min. ในโมเดลโดยประมวลผลทุกๆ 4 ชั่วโมง	61
ตารางที่ 4-10 ค่าความถูกต้องเมื่อใช้เทรซโฮลเท่ากับ 0.88 และประมวลผลทุกๆ 15 นาที.....	62
ตารางที่ 4-11 ค่าความถูกต้องเมื่อใช้เทรซโฮลเท่ากับ 1.75 และประมวลผลทุกๆ 30 นาที	62
ตารางที่ 4-12 ค่าความถูกต้องเมื่อใช้เทรซโฮลเท่ากับ 2.67 และประมวลผลทุกๆ 45 นาที	63
ตารางที่ 4-13 ค่าความถูกต้องเมื่อใช้เทรซโฮลเท่ากับ 6.58 และประมวลผลทุกๆ 2 ชั่วโมง.....	63
ตารางที่ 4-14 ค่าความถูกต้องเมื่อใช้เทรซโฮลเท่ากับ 11.79 และประมวลผลทุกๆ 4 ชั่วโมง	64

รายการภาพประกอบ

	หน้า
ภาพประกอบที่ 1-1 ภาพรวมของระบบ (ก) นำเสนอโดย [3] (ข) นำเสนอโดย [4].....	4
ภาพประกอบที่ 1-2 รูปแบบโครงสร้างมนุษย์ที่มีการสร้างเวกเตอร์	5
ภาพประกอบที่ 1-3 (ก) การติดตั้งกล้องหลายมุมมอง (ข) นิยามของมุมมอง	5
ภาพประกอบที่ 1-4 High Level Fusion of Profile-based Human Action Recognition using Multi-view system.....	6
ภาพประกอบที่ 1-5 ภาพรวมสถาปัตยกรรมของระบบเฝ้าระวังที่นำเสนอโดย C. F. Crispim-Junior และคณะ [8]	7
ภาพประกอบที่ 1-6 ตัวอย่าง composite event แบบ Person sitting and using Office Desk. 8	
ภาพประกอบที่ 1-7 รูปด้านบน : general ontological framework for activity.	9
ภาพประกอบที่ 1-8 แยกชนิดข้อมูลเข้าของเซนเซอร์เสียง.....	11
ภาพประกอบที่ 1-9 ข้อมูลเข้า SNR	11
ภาพประกอบที่ 1-10 Fuzzy sets กำหนดจากตัวแปรจากระบบของ Gradient ประกอบด้วย 5 input	12
ภาพประกอบที่ 1-11 Fuzzy sets กำหนดสำหรับข้อมูลเข้าของเวลา	13
ภาพประกอบที่ 1-12 Fuzzy sets สำหรับตัวแปรข้อมูลออก.....	13
ภาพประกอบที่ 1-13 ข้อมูลเข้าและข้อมูลออกของ ANFIS	13
ภาพประกอบที่ 2-1 อธิบายการหาวัตถุที่เคลื่อนที่โดยวิธีการหาความแตกต่างระหว่างเฟรม	16
ภาพประกอบที่ 2-2 ตัวอย่างการแบ่งกลุ่มข้อมูลของสีแดงและสีเขียว	17
ภาพประกอบที่ 2-3 ตัวอย่างการแบ่งกลุ่มเมื่อข้อมูลมีความซับซ้อน	17
ภาพประกอบที่ 2-4 การจัดเรียงข้อมูลใหม่.....	18
ภาพประกอบที่ 2-5 การจัดเรียงข้อมูลใหม่โดยการใช้เคอร์เนลฟังก์ชัน	18
ภาพประกอบที่ 3-1 แผนผังวิธีการดำเนินงานของงานวิจัยนี้	22
ภาพประกอบที่ 3-2 แผนผังวิธีการรู้จำท่าทางโดย P. Chawalitsitikul และคณะ [4]	23
ภาพประกอบที่ 3-3 อธิบายการคำนวณระยะทางระหว่างเส้นขอบของวัตถุและศูนย์กลางมวลของบุคคล	25
ภาพประกอบที่ 3-4 การวัดระยะทางระหว่างวัตถุและตัวบุคคล	27
ภาพประกอบที่ 3-5 โมเดลความสัมพันธ์แบบเมทริกซ์ (Transition Matrix Model).....	30

รายการภาพประกอบ(ต่อ)

	หน้า
ภาพประกอบที่ 3-6 การเพิ่มจำนวนกิจกรรมที่ได้ทำในโมเดลความสัมพันธ์แบบเมทริกซ์.....	32
ภาพประกอบที่ 3-7 ตัวอย่างเมทริกซ์ความสัมพันธ์ของกิจกรรมใน 1 ชั่วโมง.....	32
ภาพประกอบที่ 3-8 แผนผังการดำเนินงานวิจัยและการตัดสินใจแยกแยะกิจกรรมที่ผิดปกติ.....	34
ภาพประกอบที่ 3-9 Sliding Window (1).....	35
ภาพประกอบที่ 3-10 Sliding Window (2).....	35
ภาพประกอบที่ 4-1 ตัวอย่างภาพที่ใช้ในการรู้จำในห้องนอน.....	37
ภาพประกอบที่ 4-2 ตัวอย่างภาพที่ใช้ในการรู้จำในห้องครัว.....	38
ภาพประกอบที่ 4-3 ตัวอย่างภาพที่ใช้ในการรู้จำในห้องนั่งเล่น.....	38
ภาพประกอบที่ 4-4 ตัวอย่างภาพที่ใช้ในการรู้จำในห้องทำงาน.....	38
ภาพประกอบที่ 4-5 ตัวอย่างการจำลองห้องที่ใช้ในการทดสอบ.....	39
ภาพประกอบที่ 4-6 แผนผังการดำเนินงานวิจัยและการสร้างลำดับกิจกรรมในแต่ละวัน.....	40
ภาพประกอบที่ 4-7 ตัวอย่างการสร้างลำดับกิจกรรมในแต่ละวัน.....	41
ภาพประกอบที่ 4-8 แผนผังการดำเนินงานวิจัยและการเพิ่มกิจกรรมรบกวน (1).....	42
ภาพประกอบที่ 4-9 แผนผังการดำเนินงานวิจัยและการเพิ่มกิจกรรมรบกวน (2).....	42
ภาพประกอบที่ 4-10 ตัวอย่างข้อมูลทดสอบหลังจากสร้างกิจกรรมรบกวนร้อยละ 50.....	43
ภาพประกอบที่ 4-11 ตัวอย่างผลการทดลองจากชุดข้อมูลปกติและชุดข้อมูลเดียวกันที่มีกิจกรรมรบกวนร้อยละ 10.....	44
ภาพประกอบที่ 4-12 ตัวอย่างผลการทดลองจากชุดข้อมูลปกติและชุดข้อมูลเดียวกันที่มีกิจกรรมรบกวนร้อยละ 25.....	45
ภาพประกอบที่ 4-13 ตัวอย่างผลการทดลองจากชุดข้อมูลปกติและชุดข้อมูลเดียวกันที่มีกิจกรรมรบกวนร้อยละ 35.....	45
ภาพประกอบที่ 4-14 ตัวอย่างผลการทดลองจากชุดข้อมูลปกติและชุดข้อมูลเดียวกันที่มีกิจกรรมรบกวนร้อยละ 50.....	46
ภาพประกอบที่ 4-15 กราฟความถูกต้องในเวลาเดียวกันเมื่อกำหนดค่าเทรชโฮลเท่ากับ 3.....	47
ภาพประกอบที่ 4-16 กราฟความถูกต้องของข้อมูลที่มีค่าน้อยที่สุดเมื่อค่าเทรชโฮลเท่ากับ 3.....	48
ภาพประกอบที่ 4-17 กราฟความถูกต้องในค่าเฉลี่ยเมื่อกำหนดค่าเทรชโฮลเท่ากับ 3.....	48
ภาพประกอบที่ 4-18 กราฟความถูกต้องในเวลาเดียวกันเมื่อกำหนดค่าเทรชโฮลเท่ากับ 4.....	49

รายการภาพประกอบ(ต่อ)**หน้า**

ภาพประกอบที่ 4-19 กราฟความถูกต้องของข้อมูลที่มีค่าน้อยที่สุดเมื่อค่าเทรซโฮลเท่ากับ 4	49
ภาพประกอบที่ 4-20 กราฟความถูกต้องในค่าเฉลี่ยเมื่อกำหนดค่าเทรซโฮลเท่ากับ 4.....	50
ภาพประกอบที่ 4-21 กราฟความถูกต้องในเวลาเดียวกันเมื่อกำหนดค่าเทรซโฮลเท่ากับ 5	50
ภาพประกอบที่ 4-22 กราฟความถูกต้องของค่า RMSE ที่มีค่าน้อยที่สุดเมื่อค่าเทรซโฮลเท่ากับ 5 ..	51
ภาพประกอบที่ 4-23 กราฟความถูกต้องของค่าเฉลี่ยของ RMSE เมื่อค่าเทรซโฮลเท่ากับ 5	51

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของงานวิจัย

ปัจจุบันประเทศไทยมีอายุเฉลี่ยของประชากรเพิ่มขึ้นในทุกๆปี [1] เมื่อเทียบกับกลุ่มประเทศอาเซียน (บรูไน กัมพูชา อินโดนีเซีย ลาว มาเลเซีย เมียนมาร์ ฟิลิปปินส์ สิงคโปร์ เวียดนาม และไทย) ประเทศไทยมีอายุเฉลี่ยของประชากรมากที่สุด [2] จากการคาดการณ์จำนวนประชากรผู้สูงอายุในประเทศไทยนั้นมีอัตราเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ประกอบกับกลุ่มประชากรวัยทำงานในปัจจุบันนั้นทำงานนอกบ้านเป็นส่วนใหญ่ จึงทำให้ผู้สูงอายุต้องอาศัยอยู่บ้านตามลำพังและขาดผู้ดูแลอย่างใกล้ชิด ซึ่งอาจจะมีโอกาสในการเกิดเหตุการณ์ที่ไม่คาดคิดหากไม่ได้รับการช่วยเหลืออย่างทันที่

เทคโนโลยีเพื่อนำมาช่วยในการติดตาม เฝ้าระวัง เหตุการณ์และกิจกรรมต่างๆจึงได้ถูกพัฒนาขึ้นมากมาย และได้นำไปใช้พัฒนาต่อยอดขึ้นเป็นส่วนหนึ่งของระบบเฝ้าระวังและแจ้งเตือนเมื่อมีความผิดปกติเกิดขึ้นแบบทันทีทันใด (Real-time) แทนการคอยดูแลโดยผู้ดูแลอย่างใกล้ชิดตลอดเวลา หนึ่งในเทคโนโลยีที่ได้รับความนิยมคือ การวิเคราะห์ภาพจากกล้องวิดีโอ ซึ่งได้ถูกพัฒนาขึ้นด้วยหลากหลายวิธีการ [3-5] S. Seawpakorn และคณะ [3] ได้เสนอการรู้จำท่าทางของมนุษย์ เพื่อระบุกิจกรรมหรือพฤติกรรมของบุคคล เช่น การยืนและเดิน การก้ม การนั่ง การนอน โดยใช้ข้อมูลสีและความลึกจากกล้องในมุมมองด้านบนโดยการสกัดตัวบุคคลและใช้รูปแบบความต่างของสี เพื่อรู้จำท่าทางโดยใช้โครงข่ายประสาทเทียม (Neural Network) ซึ่งทำให้ได้ผลในท่าทางการนอนค่อนข้างแม่นยำ P. Chawalitsittikul และคณะ [4] ได้นำเสนอการรู้จำท่าทางของมนุษย์จากมุมมองทางด้านข้าง โดยการสกัดตัวบุคคลจากการเคลื่อนไหวและระบบเป็นโครงสร้างมนุษย์ จากนั้นจึงสร้างเวกเตอร์บนส่วนของร่างกายและนำค่าของมุมระหว่างกลางลำตัวไปสู่ส่วนหัวและขา เพื่อใช้ในการรู้จำท่าทางโดยใช้โครงข่ายประสาทเทียมเช่นกัน ต่อมา P. Chalearnnetkul และคณะ [5] ได้นำวิธีการแยกแยะท่าทางของ P. Chawalitsittikul และคณะ มาประยุกต์ใช้เพื่อรู้จำท่าทางมนุษย์โดยใช้หลายกล้องในหลายมุมมอง ซึ่งน้ำหนักความถูกต้องและตัดสินใจ เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ของท่าทางที่แม่นยำมากขึ้น อย่างไรก็ตามการรู้จำท่าทางเพียงอย่างเดียว ไม่เพียงพอในการเฝ้าระวังอันตรายหรือความผิดปกติที่อาจเกิดขึ้นกับผู้สูงอายุ ทางด้านสุขภาพในระยะยาวและความผิดปกติของการทำกิจกรรมในระยะสั้น ในการวิจัยอื่นๆ [6-7] จึงได้ใช้การประมวลผลภาพวิดีโอ ร่วมกับเซนเซอร์อื่นๆ ในการรู้จำกิจกรรมในชีวิตประจำวันของผู้สูงอายุที่อาศัยอยู่ตามลำพัง ได้ถูกพัฒนาขึ้นมากมาย การใช้เซนเซอร์วัดความเร่ง (Accelerometer) และอุปกรณ์วัดความเร็วเชิงมุม (Gyroscope) ซึ่งมีอยู่ในอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อย่างเช่น Sony PlayStation Move หรือ Smart Phone ได้ถูกนำเสนอขึ้น

โดยให้ผู้ใช้พกพาอุปกรณ์เหล่านี้ในการทำกิจกรรมประจำวันและนำค่าที่ได้มาใช้ในการตัดสินใจร่วมกับการวิเคราะห์ภาพจากกล้อง ทำให้สามารถหากิจกรรมที่หลากหลายขึ้นมากกว่าการใช้ภาพจากกล้องเพียงอย่างเดียว S. Chernbumrung และคณะ [6] ได้นำเสนอระบบที่ช่วยสนับสนุนการใช้ชีวิตของผู้สูงอายุหรือการวางแผนสุขภาพของผู้สูงอายุที่อยู่ตามลำพัง โดยการใช้เซนเซอร์ 3 ประเภทในการรู้จำท่าทางและใช้โครงข่ายประสาทเทียมร่วมกับ SVM (Support Vector Machine) ในการระบุกิจกรรม การใช้ข้อมูลเวลา สถานที่ และข้อมูลจากเซนเซอร์อื่นๆ ได้ถูกนำมาใช้ร่วมกับการวิเคราะห์ภาพจากกล้องความลึก [8-10] เพื่อวิเคราะห์กิจกรรมของผู้สูงอายุ ช่วยให้ระบบมีความแม่นยำมากขึ้น ได้ถูกนำเสนอ F. Carlos และคณะ [8] ได้นำเสนอ Hierarchical Model-based Framework เพื่อระบุกิจกรรมของผู้สูงอายุ โดยใช้เซนเซอร์ที่ติดตามร่างกาย กล้องวิดีโอใช้สำหรับบอกสถานที่และอีกกล้องใช้สำหรับวิเคราะห์ท่าทาง ซึ่งสามารถระบุได้ว่าบุคคลนั้นทำกิจกรรมอะไรอยู่นอกจากการบอกท่าทางเพียงอย่างเดียว T. Banerjee และคณะ [9] ได้ใช้ฟัซซีลอจิก (Fuzzy Logic) ในการระบุกิจกรรมประจำวันโดยใช้ข้อมูลของท่าทาง วัตถุ สถานที่ และเวลาในการสร้างกฎเพื่อตัดสินใจว่าขณะนั้นบุคคลได้ทำกิจกรรมประจำวันเป็นอย่างไร H. medjahed และคณะ [10] ได้เสนอระบบที่เกิดจากการนำระบบย่อยที่ประกอบด้วย 3 ระบบที่ใช้เซนเซอร์แตกต่างกัน คือ เซนเซอร์ทางด้านสรีรวิทยา (อัตราการเต้นของหัวใจ กิจกรรมหรือการเคลื่อนไหว เซนเซอร์ตรวจจับท่าทาง และการล้ม) ติดตามตัวผู้สูงอายุ เซนเซอร์เสียงจากไมโครโฟนที่ใช้ตรวจสอบเสียงต่างๆ ภายในห้อง และอินฟราเรดเซนเซอร์ที่ใช้เพื่อระบุท่าทางของบุคคลและใช้ฟัซซีลอจิกในการหาหลักเกณฑ์การตัดสินใจ เพื่อหากิจกรรมที่ผิดปกติในผู้สูงอายุและทำการแจ้งเตือน ในการเฝ้าระวังการทำกิจกรรมของผู้สูงอายุนั้น นอกจากการเรียนรู้กิจกรรมของผู้สูงอายุแล้ว จำเป็นต้องมีการหารูปแบบในการทำกิจกรรมของผู้สูงอายุ เพื่อนำมาหาความผิดปกติที่เกิดขึ้น J. Ho-Youl และคณะ [11] ได้นำเสนอการตรวจจับรูปแบบที่ผิดปกติในกิจกรรมประจำวัน โดยใช้วิธีการการจัดเรียงลำดับเปรียบเทียบกับวันก่อนหน้า เพื่อบอกความผิดปกติในการทำกิจกรรมที่เปลี่ยนไปจากเดิม J. Shin และคณะ [12] ได้นำเสนอระบบวิเคราะห์พฤติกรรมโดยอัตโนมัติ ด้วยการใช้อินฟราเรดเซนเซอร์เพื่อช่วยเหลือผู้สูงอายุที่อาศัยอยู่บ้านตามลำพัง โดยการรับค่าอินฟราเรดที่แตกต่างกันเป็นสัญญาณการเคลื่อนที่และใช้ SVDD (The Support Vector Data Description) ในการแยกแยะรูปแบบพฤติกรรมที่ปกติ อย่างไรก็ตามการใช้หลากหลายเซนเซอร์มีข้อจำกัดด้านการส่งสัญญาณไปยังตัวรับ ระยะทางและพลังงานของอุปกรณ์ที่จำกัด ความไม่สะดวกสบายรวมถึงความไม่แน่นอนในการติดตั้งอุปกรณ์บนตำแหน่งใดที่จะสามารถได้ข้อมูลที่ดีที่สุด [7] ในการติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆบนตัวผู้ใช้งาน และค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการติดตั้งอุปกรณ์อีกด้วย

งานวิจัยนี้จึงได้มีการศึกษาเพื่อพัฒนาวิธีการพื้นฐานในการรู้จำการทำกิจกรรมของผู้สูงอายุและตรวจจับความผิดปกติของการทำกิจกรรมประจำวัน ซึ่งเป็นความผิดปกติเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงไป

ของการทำกิจกรรมในแต่ละวัน เนื่องจากความผิดปกติของการทำกิจวัตรที่เปลี่ยนแปลงไป อาจบ่งบอกถึงปัญหาสุขภาพได้ เช่น การเปลี่ยนแปลงเวลาในการนอน เป็นต้น เพื่อนำไปประยุกต์ใช้เป็นการเฝ้าระวังผู้สูงอายุต่อไป โดยการใช้องค์ความรู้จากกล้องซึ่งมีการติดตั้งไว้ตามห้องต่างๆ และข้อมูลสิ่งของหรือวัตถุรอบตัวภายในห้องนั้น เพื่อหากิจกรรมของบุคคลนั้นแทนการใช้หลากหลายเซนเซอร์เพื่อแก้ปัญหาที่กล่าวมาข้างต้น และนำกิจกรรมที่ได้พัฒนาต่อไปยังการหาความผิดปกติของกิจกรรมซึ่งกิจกรรมที่ผิดปกตินั้นอาจแสดงให้เห็นพฤติกรรมที่ผิดปกติไปจากเดิม การหาความผิดปกติของพฤติกรรมค่อนข้างเป็นที่น่าสนใจ ได้รับการศึกษาและพัฒนาอย่างกว้างขวางในปัจจุบัน อย่างไรก็ตามงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้สนใจเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของกิจกรรมที่เกิดขึ้นในแต่ละช่วงเวลามากกว่าลำดับการเกิดขึ้นของกิจกรรมเพื่อเพิ่มความยืดหยุ่นของรูปแบบการศึกษาและพัฒนามากขึ้น

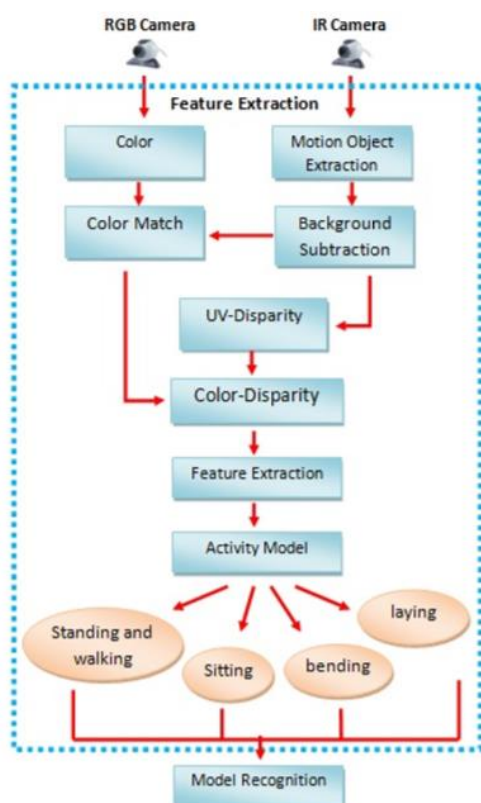
1.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1.2.1 การวิเคราะห์ท่าทางจากภาพลึกลับ

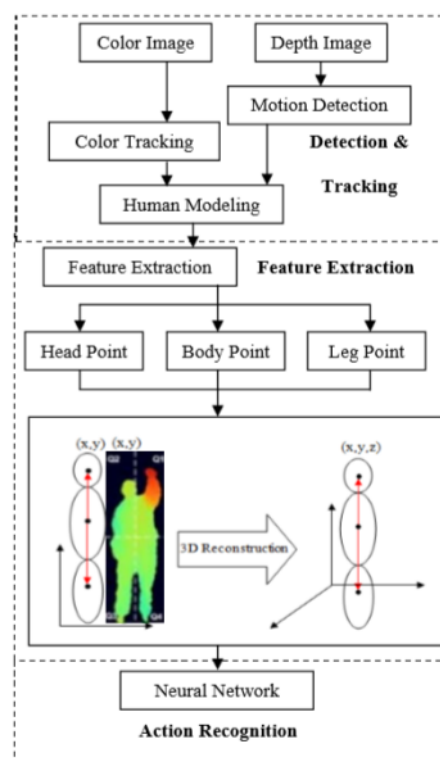
การเรียนรู้ท่าทาง 4 ท่าทางพื้นฐาน คือ การยืนหรือการเดิน การนั่ง การก้ม และการล้ม ซึ่งเชื่อว่าท่าทางเหล่านี้จะสามารถระบุพฤติกรรมที่มีความซับซ้อนมากขึ้นของมนุษย์ได้ S. Seawpakorn และคณะ [3] ในปี พ.ศ. 2555 ได้นำเสนอการเรียนรู้ท่าทางโดยวิธีการใช้ข้อมูลจากสีและข้อมูลภาพความลึกจากมุมมองทางด้านบน เพื่อระบุท่าทางแบบทันที (Real-time)

จากภาพประกอบที่ 1-1 (ก) เป็นลำดับภาพที่ได้จากกล้องไคเนค (Kinect) เป็นข้อมูลสีและภาพความลึก โดยเริ่มจากการใช้ภาพความลึกในการวิเคราะห์เพื่อตรวจจับการเคลื่อนที่ของวัตถุโดยใช้เทคนิคการตัดภาพพื้นหลัง ซึ่งพบว่าการใช้ภาพความลึกนั้นมีความน่าเชื่อถือมากกว่าการใช้ภาพสี หลังจากนั้นนำวัตถุที่ตรวจจับได้จากภาพความลึกมานำเสนอเป็นภาพความต่างของแสง (UV-Disparity) และในขณะเดียวกันวัตถุที่สนใจจะถูกแยกเป็นสีและนำมาจับคู่สีที่เข้ากันจากภาพสีที่ได้ และระบุโครงสร้างของมนุษย์และหาความต่างของสี (Color-Disparity) สุดท้ายจะใช้โครงข่ายประสาทเทียม แยกลักษณะการกระทำ เช่น การยืนหรือการเดิน การนั่ง การก้ม และการล้มต่อไป

ซึ่งในการรู้จำท่าทางโดยใช้มุมมองทางด้านบนร่วมกับโครงข่ายประสาทเทียมนี้ ทำให้ได้ผลลัพธ์ของท่าทางการนอนสูงถึง 100 % และความถูกต้องเฉลี่ยทั้ง 4 ท่า 99.3 % อย่างไรก็ตามการติดตั้งกล้องเพียงกล้องเดียวในมุมบน อาจจะไม่ครอบคลุมทั้งพื้นที่ของห้อง การติดตั้งกล้องที่มองจากมุมข้างจะทำให้เห็นภาพได้กว้างทั่วทั้งห้องหรือติดตั้งมากกว่า 1 กล้องใน 1 ห้อง



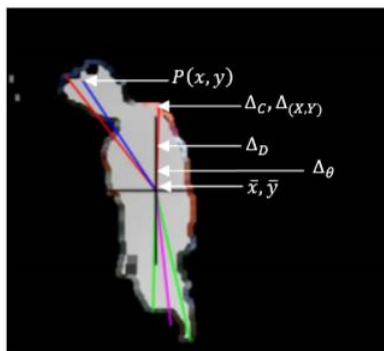
(ก)



(ข)

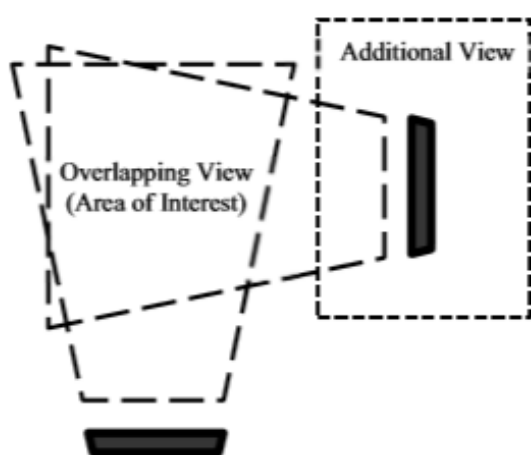
ภาพประกอบที่ 1-1 ภาพรวมของระบบ (ก) นำเสนอโดย [3] (ข) นำเสนอโดย [4]

P. Chawalitsittikul และคณะ [4] ได้นำเสนอวิธีการสำหรับเรียนรู้ท่าทางมนุษย์จากมุมมองทางด้านข้าง โดยหามนุษย์จากการใช้การเคลื่อนที่ ภาพสีและข้อมูลความลึก หลังจากนั้นจึงสร้างโมเดลท่าทางมนุษย์แบบสามมิติ (3D) จากโมเดลท่าทางมนุษย์แบบสองมิติ (2D) และใช้พารามิเตอร์สามมิติที่สร้างขึ้นใหม่ในการรู้จำ โดยการใช้โครงข่ายประสาทเทียม มีภาพรวมของระบบดังภาพประกอบที่ 1-1 (ข) พบว่าการระบุการเคลื่อนที่ของวัตถุในภาพความลึกสามารถทำได้ง่ายกว่าการเคลื่อนที่ของวัตถุในภาพสี การสร้างแบบจำลองมนุษย์ ได้ใช้วิธีการแบ่งร่างกายออกเป็นสามส่วน คือ ศีรษะร่างกายและขา และให้ส่วนกลางของร่างกายเป็นจุดศูนย์กลาง จากนั้นจึงสร้างเวกเตอร์ระหว่างร่างกาย-หัว และร่างกาย-ขา ดังแสดงในภาพประกอบที่ 1-2 หลังจากการสร้างเวกเตอร์แล้ว จึงใช้แนวคิดโครงข่ายประสาทเทียมแบบหลายชั้น (Multilayer) เรียนรู้โดยการฝึกฝนแบบย้อนกลับ (Backpropagation Algorithm) ในการรู้จำท่าทาง ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้ความถูกต้องของการกัมมมากที่สุดร้อยละ 97

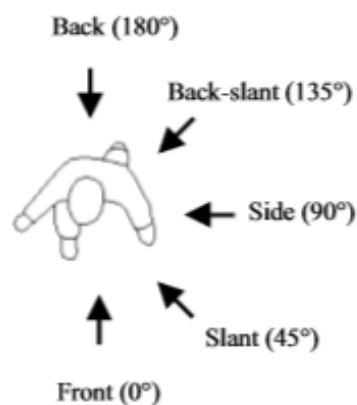


ภาพประกอบที่ 1-2 รูปแบบโครงสร้างมนุษย์ที่มีการสร้างเวกเตอร์

และความถูกต้องเฉลี่ยทั้ง 4 ท่าทาง 96.5 % อย่างไรก็ตามการใช้เพียงกล้องเดียว ในบางมุมมองของแต่ละท่าทาง อาจจะไม่ชัดเจนทำให้การวิเคราะห์เกิดความไม่ถูกต้องได้ การใช้หลายกล้องร่วมกัน ทำให้เพิ่มผลความถูกต้องมากขึ้น P. Chalearnnetkul และคณะ [5] ได้นำเสนอการรู้จำท่าทางมนุษย์ โดยการใช้กล้องความลึกในหลายมุมมองจากหลายกล้องในมุมมองที่แตกต่างกัน และซ้อนทับกันในจุดที่สนใจแสดงในภาพประกอบที่ 1-3 (ก) ได้แบ่งมุมมองเป็น ด้านหน้า ด้านหลัง ด้านข้าง เอียงทางด้านหลังและเอียงทางด้านหน้าแสดงในภาพประกอบที่ 1-3 (ข)



(ก)

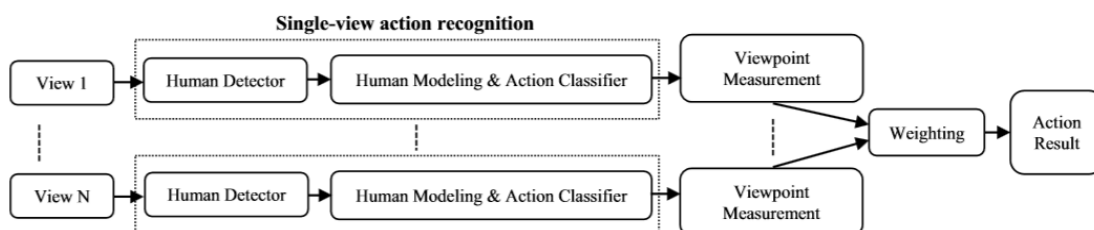


(ข)

ภาพประกอบที่ 1-3 (ก) การติดตั้งกล้องหลายมุมมอง (ข) นิยามของมุมมอง

ผลลัพธ์ของวิธีนี้มีความน่าเชื่อถือมากกว่าการใช้เพียงกล้องเดียว หลังจากทำการรู้จำท่าทางโดยได้ใช้แนวคิดเดียวกับ P. Chawalitsittikul และคณะ [4] ในแต่ละมุมมองจากแต่ละกล้องแล้ว จึงนำภาพที่ได้มาใช้วิธีการแบ่งส่วนของร่างกายและจุดในภาพเพื่อใช้โครงข่ายประสาทเทียมรู้จำมุมมอง หลังจาก

นั้นนำมาซึ่งน้ำหนักกว่ามุมมองใดมีความน่าเชื่อถือมากกว่ากัน แสดงในภาพประกอบที่ 1-4 โดยใช้เทคนิคการฟิวชั่นของหลายกล้องด้วยเปรียบเทียบกับความแม่นยำของแต่ละท่าทางตามมุมมอง



ภาพประกอบที่ 1-4 High Level Fusion of Profile-based Human Action Recognition using Multi-view system

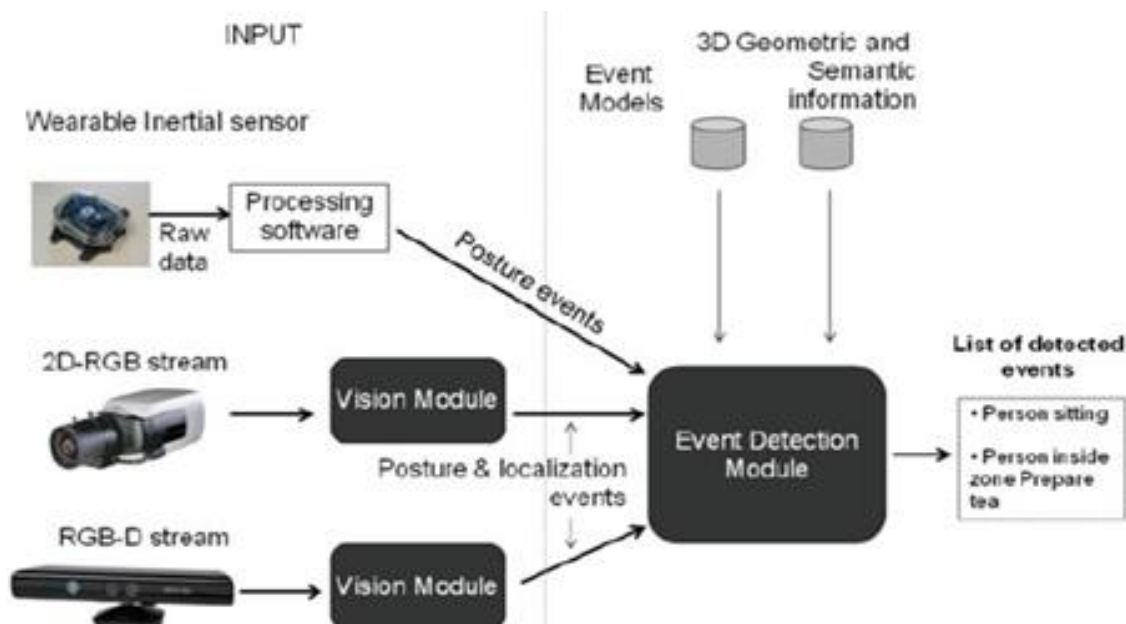
อย่างไรก็ตามในงานวิจัยนี้ต้องการมุ่งเน้นไปยังการใช้อุปกรณ์ที่น้อยที่สุดภายในห้อง ผู้วิจัยจึงเลือกใช้การวิเคราะห์ท่าทางเพียงกล้องเดียวมาประยุกต์ใช้เพื่อหาท่าทางเบื้องต้น ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งในการวิเคราะห์กิจกรรม และด้วยเหตุผลในการสะดวกในการติดตั้ง เนื่องจากความเอื้ออำนวยของอุปกรณ์และสถานที่ในการทำการวิจัยนี้ การติดตั้งกล้องในมุมข้างมีความสะดวกมากกว่าการติดตั้งกล้องในมุมทางด้านบน

1.2.2 เทคนิคการวิเคราะห์กิจกรรม

ปัจจุบันมีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์หากิจกรรมพัฒนาขึ้นมากมาย ซึ่งในบทนี้ ผู้วิจัยได้นำเสนอเพียงส่วนหนึ่ง โดยแต่ละงานวิจัยใช้เทคนิคและอุปกรณ์ที่แตกต่างกัน ทำให้ผู้วิจัยได้แนวคิดและวิธีการบางอย่างเพื่อนำมาประยุกต์ใช้ในงานวิจัย โดยแบ่งตามแต่ละเทคนิคที่น่าสนใจดังนี้

ก) งานวิจัยที่ใช้เทคนิคโมเดลแบบลำดับชั้น (Hierarchical model)

C. F. Crispim-Junior และคณะ [8] ในปี พ.ศ. 2558 ได้เสนอ Hierarchical model-based Framework สำหรับหลายเซนเซอร์ประกอบด้วย เซนเซอร์ที่ติดตามร่างกายเพื่อระบุตัวบุคคล กล้องเพื่อบอกสถานที่และกล้องสำหรับวิเคราะห์ท่าทาง โดยโมเดลนี้ประกอบด้วย 2 องค์ประกอบหลัก คือ Event Ontology ซึ่งแบ่งเป็น 6 องค์ประกอบ คือ วัตถุในเหตุการณ์ (Physical Object), เหตุการณ์ย่อย (Component) รูปแบบเหตุการณ์ที่ไม่ควรเกิดขึ้น (Forbidden Component), ข้อจำกัดด้านตรรกะ พื้นที่และเวลา (Constraint), ความสำคัญของการแจ้งเตือน (Alert) และการดำเนินการเมื่อมีการแจ้งเตือนอธิบาย เช่น การส่งข้อความ เพื่อแจ้งผู้ดูแลเมื่อผู้ป่วยอาจจะเกิดอะไรมากกว่าการล้มและ Temporal Event Algorithm ที่ทำหน้าที่คาดเดากิจกรรมตามรูปแบบของเหตุการณ์โดยผู้เชี่ยวชาญในเฉพาะสาขานั้นและข้อมูลเข้าที่มีอยู่



ภาพประกอบที่ 1-5 ภาพรวมสถาปัตยกรรมของระบบเฝ้าระวังที่นำเสนอโดย C. F. Crispim-Junior และคณะ [8]

ภาพประกอบที่ 1-5 ได้แสดงสถาปัตยกรรมของส่วนขยายของ Framework การตรวจจับเหตุการณ์ (Event Detection) โดยมีเซนเซอร์ที่ใช้สวมใส่ กล้อง 2D-RGB และกล้อง RGB-D โดยข้อมูลจากแต่ละเซนเซอร์จะมีการประมวลผลที่เป็นอิสระต่อกันและผลลัพธ์ที่ได้ก็นำมาใช้เป็นผลลัพธ์สำหรับ Multisensory Framework (Event Detection Module) ยกตัวอย่าง เซนเซอร์ที่ใช้สวมใส่มีข้อมูลที่ประกอบด้วยท่าทางของบุคคล เช่น กำลังก้ม ล้ม และกล้องวิดีโอ ได้ภาพและสถานที่ในขณะนั้น ทุกเซนเซอร์มีทำงานในเวลาที่มีสัมพันธ์กัน หลังจากได้ข้อมูลมาแล้วจึงแบ่งตามความซับซ้อนเพื่อนำไปสรุปเป็นกิจกรรม โดยมีการแบ่งตามความซับซ้อน (จากน้อยไปมาก) คือ Primitive State ท่าทางของบุคคลหรือบุคคลในบริเวณต่างๆ, Composite State ประกอบด้วยสองหรือมากกว่า Primitive States, Primitive Event การเปลี่ยนท่าทาง เช่น จากนั่งเป็นยืน และ Composite Event การเปลี่ยนท่าทางซึ่งมีความสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมต่างๆ เช่น บุคคลเปลี่ยนท่าทางจากนั่งเป็นยืนเมื่อมีบุคคลในอีกบริเวณหนึ่ง ยกตัวอย่าง การบอกลักษณะในชั้น Primitive State ที่เรียกว่า Person Sitting ต้องมีการระบุว่าบุคคลใดและตรวจสอบท่าทางของบุคคลนั้นต่อไป ชั้น Composite Event ที่เรียกว่า Person Sitting And Using Office Desk (ดังแสดงในภาพประกอบที่ 1-6) โดยการใช้ 2 องค์ประกอบ องค์ประกอบแรก คือ การตรวจสอบตำแหน่งว่าอยู่

```

CompositeEvent( Person_sitting_and_using_OfficeDesk,
  PhysicalObjects(
    (p1:Person), (z1:Zone), (eq1:Equipment))
  Components(
    (c1: CompositeEvent P_inside_OfficeDeskZone(p1, z1))
    (c2: CompositeEvent Person_sitting_MS(p1))
  )
  Constraints( (c1->Interval AND c2->Interval) )
)

```

ภาพประกอบที่ 1-6 ตัวอย่าง composite event แบบ Person sitting and using Office Desk

ในพื้นที่หรือไม่ โดยสามารถระบุได้ว่าอยู่ที่โต๊ะทำงาน องค์ประกอบที่ 2 คือ ท่าทางของบุคคลกำลังนั่ง (โดยการใช้ Primitive State ที่กล่าวมาข้างต้น) ในการแยกบุคคลเพื่อระบุว่าเป็นบุคคลใด ทำได้โดยใช้ PostureWI ซึ่งได้มาจากการวิเคราะห์ของเซนเซอร์ที่ใช้สวมใส่ และ PostureV ซึ่งมาจากการวิเคราะห์ของวิดีโอ ซึ่งขึ้นอยู่กับการใช้หลายเซนเซอร์ในการตรวจสอบท่าทาง ระบุตัวบุคคล สถานที่ และใช้ Ontology Language ในการกำหนดรูปแบบเหตุการณ์ การใช้หลายเซนเซอร์ จะช่วยให้การแยกส่วนเหตุการณ์ที่ซับซ้อนและยืดหยุ่นในการเพิ่มหรือเปลี่ยนเซนเซอร์ โดยกิจวัตรประจำวันที่เสนอนั้น ประกอบด้วย ดูทีวี เตรียมอาหารหรือกาแฟ เขียนรายการส่วนผสมอาหารกลางวัน เขียนเช็คจ่ายค่าไฟ คุยโทรศัพท์ อ่านหนังสือพิมพ์หรือวารสาร รดน้ำต้นไม้ จัดยาในกล่องยาเพื่อรับประทานตามตารางยา เรียนรู้กิจวัตรประจำวัน และกำจัดบางกิจกรรมที่เดือนมิถุนายนในกิจกรรมที่สอง

ข้อดีของงานวิจัยนี้คือสามารถนำ Ontology ที่ได้สร้างขึ้นไปประยุกต์ใช้กับอุปกรณ์และเพิ่มเติมเหตุการณ์ต่างๆได้ แต่จะเห็นได้ว่าการวิเคราะห์กิจกรรมต้องใช้หลายอุปกรณ์ทั้งที่ติดตั้งบนตัวบุคคลและที่ติดตั้งตามห้องต่างๆเพื่อเพิ่มความถูกต้อง ทำให้การใช้ชีวิตของผู้สูงอายุไม่สะดวกเท่าที่ควร

ข) งานวิจัยที่ใช้เทคนิค Neural Network

S. Chernbumrung และคณะ [6] ในปี พ.ศ. 2556 ได้นำเสนอระบบช่วยชีวิตที่ช่วยสนับสนุนผู้สูงอายุในการใช้ชีวิตประจำวันหรือวางแผนสุขภาพให้กับผู้สูงอายุที่อาศัยอยู่ตามลำพัง โดยใช้การรู้จำท่าทางและแยกแยะท่าทางสำหรับกิจวัตรประจำวัน โดยใช้ 3 เซนเซอร์ในระบบ คือ เซนเซอร์วัดความเร่ง เซนเซอร์วัดอุณหภูมิ (Temperature) และเครื่องวัดระยะความสูง (Altimeter) ซึ่งเซนเซอร์ทั้งหมดได้รวมอยู่ในนาฬิกากีฬา ที่สามารถส่งสัญญาณไปยังคอมพิวเตอร์ได้ และใช้โครงข่ายประสาทเทียม (Neural Network) และ SVM (Support Vector Machine) ในการวิเคราะห์และประมวลผลหากิจกรรม ซึ่งประกอบด้วยกิจกรรม แปร่งฟัน แต่งตัว ทานอาหาร กวาดบ้าน นอน รีดผ้า เดิน ล้างจาน และดูทีวี

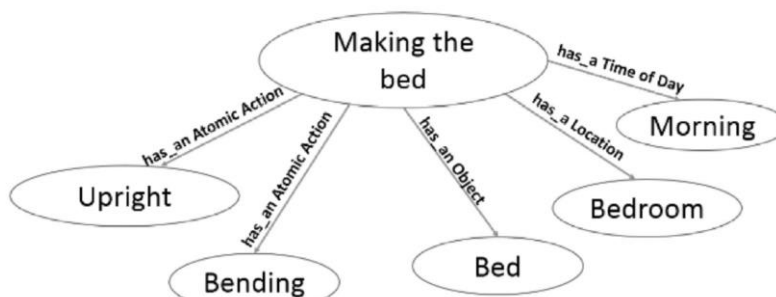
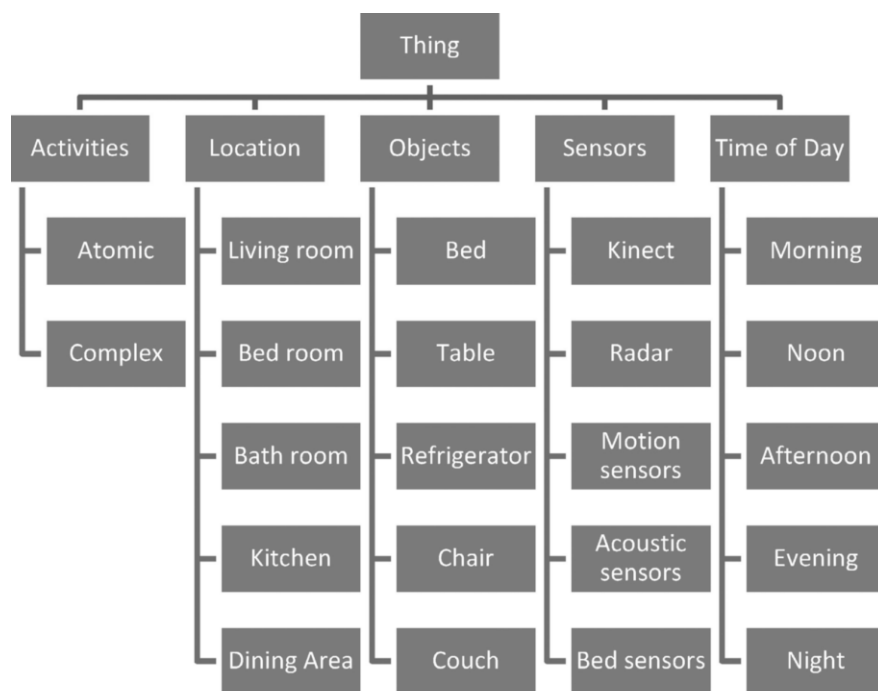
จะเห็นได้ว่างานวิจัยนี้ได้ใช้อุปกรณ์ที่ใช้แบตเตอรี่ เพื่อการทำงานของอุปกรณ์แบบพกพา ทำให้ต้องทำการชาร์จอุปกรณ์ รวมไปถึงอุปกรณ์เหล่านี้มีการส่งสัญญาณซึ่งอาจมีข้อจำกัดเรื่องของพื้นที่การใช้งานอีกด้วย

ค) งานวิจัยที่ใช้เทคนิค Fuzzy Logic

T. Banerjee และคณะ [9] ได้เสนอ Framework ในการเรียนรู้ กิจกรรมประจำวัน ตามภาพประกอบที่ 1-7 แสดงโครงสร้างข้อมูลที่ใช้ในการหากิจกรรมที่ถูกลำเสนอ โดยทั่วไปประกอบด้วย 5 หมวดหมู่คือ activities, location, object, sensors และ Time of day โดย activities คือ กิจกรรม เช่น เดิน นั่ง และก้ม location คือ สถานที่ในที่พักที่มีการเกิดกิจกรรมต่างๆ object คือ วัตถุที่อยู่ในชีวิตประจำวัน sensor คือ เซนเซอร์ต่างๆ ที่อยู่ในตัวบ้าน โดยในงานนี้ได้แนะนำเสนอการใช้เพียงเซนเซอร์เดียวคือ กล้อง Kinect และหมวดหมู่สุดท้ายคือ time of day หมายถึงเวลาที่มีการเกิดเหตุการณ์หรือกิจกรรมขึ้น ยกตัวอย่างตามภาพประกอบที่ 1-7 รูปด้านล่าง “making the bed” มีกิจกรรม คือการก้ม อยู่ที่เตียงในห้องนอนในเวลาเช้า สามารถสรุปได้ว่าเป็นการจัดเตียง การใช้โมเดลนี้จึงสามารถจัดการกับเหตุการณ์เมื่อกิจกรรมเดียวกันสามารถทำได้แตกต่างกันออกไปในแต่ละบุคคลแต่ละสถานที่ ขณะที่ยังคงความสามารถในการให้ข้อมูลซึ่งสามารถนำไปใช้ในการตรวจสอบแนวโน้มพฤติกรรม วิธีการที่แนะนำอนั้นเป็นการตรวจสอบกิจกรรมของมนุษย์โดยใช้ทฤษฎีฟัซซี และข้อได้เปรียบของการใช้ทฤษฎีนี้คือใช้เพียงข้อมูลขนาดเล็กในการเทรนนิ่ง โดยในระบบประกอบด้วย 3 ระดับของกฎของฟัซซี ในระดับแรกเป็นการหาความมั่นใจในกิจกรรมว่าเป็นการล้มเตียง การเคลื่อนที่ ประกอบด้วย 37 กฎและได้ใช้ข้อมูลในการทดสอบเดียวกันกับงานที่ได้แนะนำโดย J. Sung และคณะ[15] ในการหากิจกรรมซึ่งมีกิจกรรมแบ่งตามสถานที่ คือ ห้องนอน ได้แก่ คุยโทรศัพท์, ตีมน้ำ, เปิดตู้ยา ห้องครัว ได้แก่ ทำอาหารโดยการสับ, ทำอาหารโดยการกวน, ตีมน้ำและเปิดตู้ยา ห้องนั่งเล่น ได้แก่ คุยโทรศัพท์, ตีมน้ำ, นั่งบนโซฟาและพักผ่อนบนโซฟา ห้องทำงาน ได้แก่ คุยโทรศัพท์, เขียนบนกระดาน, ทำงานด้วยคอมพิวเตอร์ โดยใช้ข้อมูลจากระดับก่อนหน้ามาใช้ในกฎในระดับต่อไปเพื่อหากิจกรรมที่ซับซ้อนขึ้นตามที่ได้กล่าวมาข้างต้น

จากงานวิจัยนี้ทำให้เราได้แนวคิดและองค์ประกอบต่างๆในการพิชช้นของข้อมูลที่นำมาใช้เป็นกฎพื้นฐานในการหากิจกรรม ถึงแม้ว่าการใช้หลายเซนเซอร์ในการพิชช้นจะทำให้ได้การวิเคราะห์ที่ถูกต้องมากกว่าแต่การใช้หลายเซนเซอร์ทำให้มีค่าจ่ายที่สูงขึ้น ซึ่งในงานวิจัยของผู้วิจัยได้ลดการใช้เซนเซอร์ลงเหลือเพียงเซนเซอร์คือกล้องวิดีโอ

H. Medjahed และคณะ [10] ได้แนะนำระบบใหม่ที่เรียกว่า EMUTEM (Environment Multimodal Pourla Televigilance Medicale) เป็นระบบที่เกิดจากการนำระบบย่อยที่ประกอบด้วย 3 เซนเซอร์ ระบบแรกคือเซนเซอร์ทางด้านสรีรวิทยา (อัตราการเต้นของหัวใจ, กิจกรรม

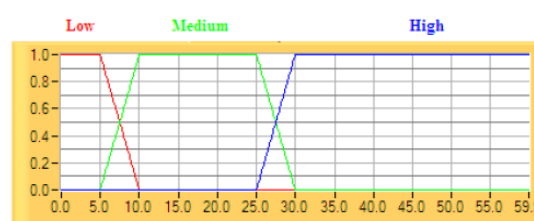
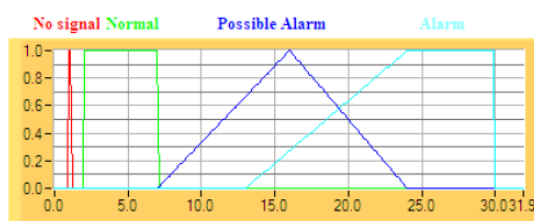


ภาพประกอบที่ 1-7 รูปด้านบน : general ontological framework for activity.

รูปด้านล่าง : ตัวอย่างของ IADL making the bed

หรือการเคลื่อนไหว, เซนเซอร์ตรวจจับท่าทางและการล้ม) ระบบที่สองคือระบบที่ใช้เสียงจาก ไมโครโฟน และระบบสุดท้ายคืออินฟราเรดเซนเซอร์ ที่ใช้เพื่อระบุท่าทางของบุคคล และใช้ Fuzzy Logic ในการหาหลักเกณฑ์ในการตัดสินใจเพื่อหาพฤติกรรมที่ผิดปกติในผู้สูงอายุ ขั้นตอนหลักของระบบ Fuzzy inference ที่ถูกนำมาใช้ในโมดูลการตัดสินใจ EMUTEM ประกอบด้วย การ Fuzzification ของระบบเริ่มจากข้อมูลเข้าและข้อมูลออกจากระบบย่อย ซึ่งระบบย่อยที่ใช้เซนเซอร์เสียง มี 3 ข้อมูลเข้า ข้อมูลเข้าแรกคือการจำแนกเสียงแบ่งเป็น 4 ฟังก์ชันความเป็นสมาชิก (membership function) ตั้งขึ้นตาม fuzzy level คือ no-signal, normal, possible alarm และ alarm ตามภาพประกอบที่ 1-8 อีกสอง input คือ SNR input ที่ได้จากอีกไมโครโฟน (ระบบนี้ใช้ 2

ไมโครโฟน) และ ข้อมูลเข้าถูกแบ่งในสาม fuzzy levels คือ low, medium และ high ตามภาพประกอบที่ 1-9ตามภาพประกอบที่ 1-10 มี 5 input คือ Heart rate มี 3 fuzzy level คือ normal, possible alarm และ alarm, Activity input มี 4 fuzzy sets คือ immobile, rest, normal และ agitation Posture input มี 2 ฟังก์ชันความเป็นสมาชิกคือ standing up/setting down และ lying และ Fall and Call มี 2 fuzzy levels คือ Fall/Call และ No Fall/Call เซนเซอร์



ภาพประกอบที่ 1-8 แยกชนิดข้อมูลเข้าของ
เซนเซอร์เสียง

ภาพประกอบที่ 1-9 ข้อมูลเข้า SNR

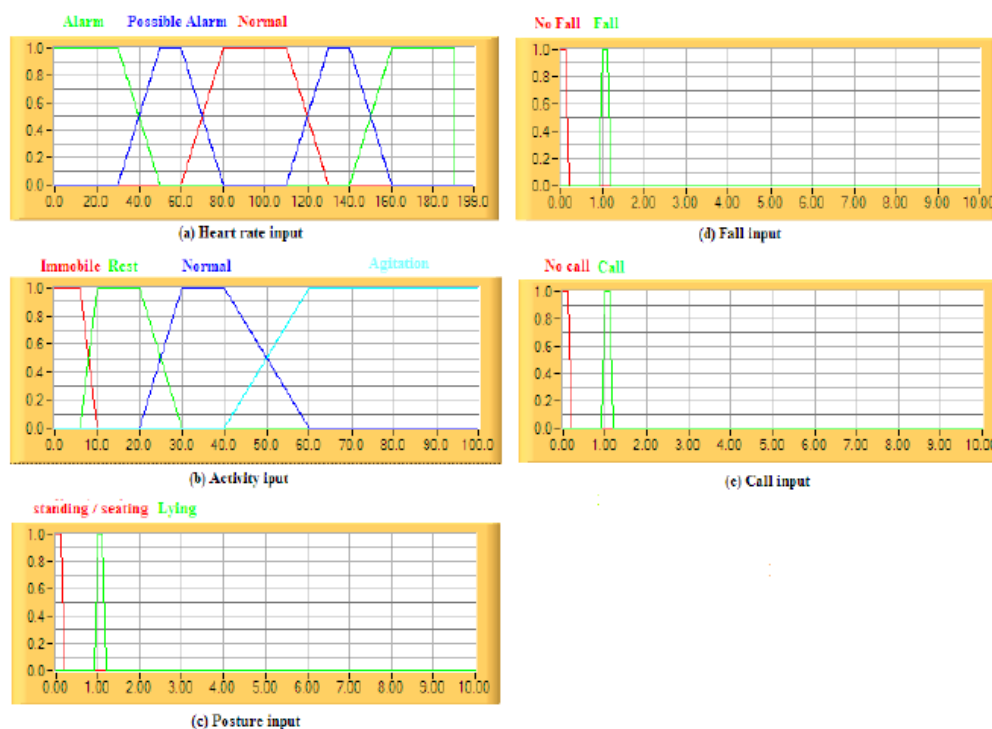
อินฟราเรดเป็นตัวนับการตรวจสอบการเคลื่อนไหวที่มี 3 fuzzy levels คือ low, medium และ high และข้อมูลเข้าสุดท้าย คือ 2 membership function คือ day และ night ตามภาพประกอบที่ 1-11 โดย EMUTEM fuzzy inference ประกอบด้วย 2 output คือ alarm output (normal and distress situation) และ localization output โดยแยกตามพื้นที่ในบ้าน ตามภาพประกอบที่ 1-12 EMUTEM fuzzy inference ใช้กฎของ Fuzzy IF-THEN ในการแจ้งเตือนโดยใช้เซนเซอร์อินฟราเรดและไมโครโฟนในการบอกสถานที่และเซนเซอร์ทั้งหมดในการแจ้งเตือน ยกตัวอย่างการแจ้งเตือน เช่น If (Anason classification is no signal) and (Heart rate is possible alarm) and (Activity is immobile) and (Cc is low) and (C8 is low) and (Cg is low) Then(Alarm is alarm) หมายถึง เมื่อค่าจาก Anason เป็นไม่มีสัญญาณ อัตราการเต้นของหัวใจเป็นไปได้ที่จะแจ้งเตือน และ (Cc อยู่ในระดับต่ำ) และ (C8 อยู่ในระดับต่ำ) และ (Cg อยู่ในระดับต่ำ) จากนั้น จึงแจ้งเตือน

ข้อดีของงานวิจัยนี้คือพัฒนาออกมาเป็นระบบที่แจ้งเตือนสิ่งผิดปกติที่ตัดสินใจมาจากหลายๆอุปกรณ์ แต่ผู้วิจัยคิดว่าการติดตั้งอุปกรณ์บนตัวผู้สูงอายุทำให้อาจจะไม่สะดวกในการดำรงชีวิตได้.

ง) งานวิจัยที่ใช้เทคนิค Neuro Fuzzy

O. Salah และคณะ [13] ได้นำเสนอการออกแบบใหม่สำหรับอุปกรณ์อำนวยความสะดวกเคลื่อนที่ในการช่วยผู้ป่วยที่ร่างกายไม่แข็งแรงหรือแขนขาอ่อนแรง ให้สามารถลุกขึ้นยืนหรือเดินได้อย่างสะดวกโดยไม่ต้องใช้ผู้ดูแล ซึ่งได้มีการใช้เซนเซอร์ IMUs (Inertial measured sensors) ติดตั้ง

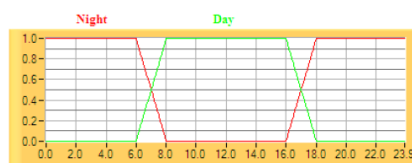
บนลำตัวและขาของผู้ใช้ เพื่อตรวจสอบการเคลื่อนที่ของมนุษย์ในระหว่างการนั่งและลุกขึ้นยืน หลังจากได้ข้อมูลการเคลื่อนที่ของผู้ป่วยนั้นจึงใช้ Neuro fuzzy inference systems (ANFIS)



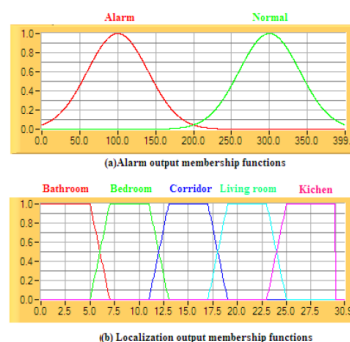
ภาพประกอบที่ 1-10 Fuzzy sets กำหนดจากตัวแปรจากระบบของ Gradient ประกอบด้วย 5 input

ในการประเมินท่าทางของผู้ป่วยว่าผู้ป่วยต้องการจะลุกหรือกำลังจะนั่งหรือไม่ ภาพประกอบที่ 1-13 แสดงข้อมูลเข้าที่ได้จากเซนเซอร์ที่ติดตั้งตามลำตัวและขาของผู้ป่วย ส่วนหนึ่งของข้อมูลการลุกขึ้นยืนของผู้ป่วยได้นำมาใช้ในชุดข้อมูลฝึกฝน ในขณะที่ส่วนที่เหลือใช้เป็นชุดข้อมูลทดสอบ ในการออกแบบการฟิวชั่นโดยมีขั้นตอนดังนี้

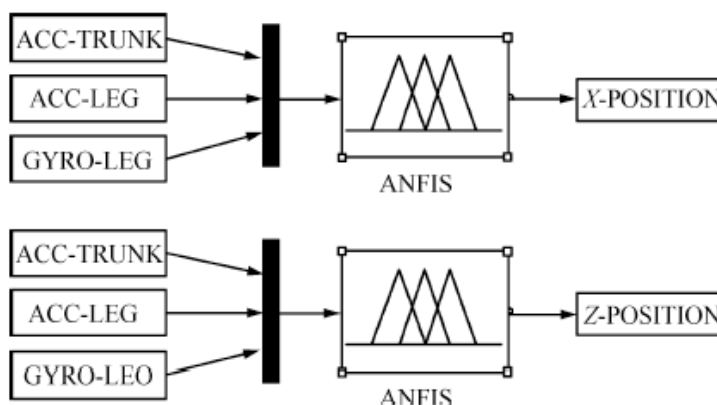
- 1) เก็บข้อมูลการนั่งและการลุกขึ้นยืนจากผู้ที่มีสุขภาพดี
- 2) ใช้ชุดคำสั่งของโปรแกรม Matlab ในการจัดข้อมูลความเร่งของขาและลำตัว ความเร็วเชิงมุมสำหรับเป็นข้อมูลเข้าใน ANFIS algorithm
- 3) สร้างข้อมูลที่ใช้ในการฝึกฝน ANFIS Algorithm
- 4) ออกแบบการฟิวชั่นของฟัซซี่
- 5) ทดสอบข้อมูลออกที่สร้างการฟิวชั่น



ภาพประกอบที่ 1-11 Fuzzy sets กำหนดสำหรับ
ข้อมูลเข้าของเวลา



ภาพประกอบที่ 1-12 Fuzzy sets สำหรับ
ตัวแปรข้อมูลออก



ภาพประกอบที่ 1-8 ข้อมูลเข้าและข้อมูลออกของ ANFIS

จากงานวิจัยนี้ทำให้เราได้แนวคิดของการเก็บข้อมูลสุขภาพของบุคคลที่เป็นปกติ เพื่อนำมาใช้เป็นข้อมูลเปรียบเทียบกับงานวิจัยที่กำลังพัฒนา และข้อดีของงานวิจัยนี้คือสามารถตัดสินใจจากเหตุการณ์ที่ไม่แน่นอนได้ ซึ่งเป็นการพิชช้นของหลายๆข้อมูล แต่มีข้อเสียในเรื่องของการติดตั้งอุปกรณ์บนตัวผู้สูงอายุ

1.3 วัตถุประสงค์ในการวิจัย

เพื่อวิจัยและพัฒนาระบบการเฝ้าระวังผู้สูงอายุ โดยการตรวจจบบรูปแบบการทำกิจกรรมที่ผิดปกติจากกิจกรรมในชีวิตประจำวันของผู้สูงอายุ

1.4 ขอบเขตงานวิจัย

(1) ข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์

1. ท่าทาง ได้แก่ ยืน เดิน นั่ง นอน และก้ม
2. สถานที่ ได้แก่ ห้องนอน ห้องนั่งเล่น ห้องทำงาน และห้องครัว

3. วัตถุ ได้แก่ โต๊ะ เก้าอี้ ที่วี โซฟา โทรศัพท ตู้เย็น เติงนอน โต๊ะทานอาหารหรือ เคาน์เตอร์ห้องครัว ซึ่งสิ่งของเหล่านี้ไม่สามารถเคลื่อนที่ได้และได้มาจากการกำหนดจุดในภาพที่ได้ จากกล้อง

(2) กิจกรรมที่จะวิเคราะห์แยกตามสถานที่

1. ห้องนอน ได้แก่ เดินภายในห้อง นั้งและนอนบนเตียง
2. ห้องนั่งเล่น ได้แก่ เดินภายในห้อง นั้งและนอนบนโซฟา
3. ห้องครัว ได้แก่ เดินในภายในห้อง ใช้ตู้เย็นและทำอาหาร
4. ห้องทำงาน ได้แก่ เดินภายในห้อง ทำงานที่โต๊ะทำงานและใช้คอมพิวเตอร์

(3) ระบบสามารถตรวจจับรูปแบบที่ผิดปกติของกิจกรรมได้

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้อัลกอริทึมการวิเคราะห์การทำกิจกรรมของผู้สูงอายุ
2. ได้อัลกอริทึมการตรวจจับรูปแบบที่ผิดปกติในการใช้ชีวิตประจำวันของผู้สูงอายุ

บทที่ 2

ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

ในงานวิจัยนี้ เราได้แบ่งการดำเนินงานวิจัยออกเป็น 3 ขั้นตอนหลัก คือการวิจัยเกี่ยวกับการวิเคราะห์ท่าทาง การสร้างโมเดลความสัมพันธ์ของกิจกรรม และการวิจัยเกี่ยวกับการวิเคราะห์ความผิดปกติของกิจกรรม ซึ่งสามารถแบ่งทฤษฎีที่เกี่ยวข้องได้ตามหัวข้อดังนี้

2.1. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์ท่าทาง

ในการวิเคราะห์ท่าทางเราได้นำงานวิจัยของ P. Chawalitsittikul และคณะ [4] ซึ่งได้อธิบายวิธีการคร่าวๆข้างต้นในบทก่อนหน้านี้แล้วนั้น ในบทนี้จึงได้อธิบายถึงหลักการที่เกี่ยวข้องหลักๆ ในการวิเคราะห์ท่าทาง โดยการวิเคราะห์ท่าทางต้องมีการตรวจจับวัตถุที่สนใจด้วยการตรวจจับการเคลื่อนไหวอธิบายในหัวข้อ 2.1.1 หลังจากนั้นจึงพยายามแยกแยะท่าทางจากคุณลักษณะที่นำมาใช้ โดยใช้เทคนิคต่างๆ อธิบายไว้ในหัวข้อ 2.1.2

2.1.1 การตรวจจับการเคลื่อนไหว (Motion Detection)

การตรวจจับการเคลื่อนไหว เป็นกระบวนการในการตรวจจับสิ่งที่เคลื่อนไหวออกจากภาพพื้นหลัง ซึ่งมีบทบาทสำคัญในการติดตามวัตถุและอัลกอริทึมของการเฝ้าระวัง

ก) การลบพื้นหลัง (Background Substation)

การลบภาพพื้นหลังเป็นวิธีที่ใช้กันอย่างกว้างขวางในการตรวจจับวัตถุที่เคลื่อนไหวออกจากภาพพื้นหลังในกล้องที่อยู่หนึ่งไม่มีการเคลื่อนไหวโดยมี 2 วิธีหลักดังนี้

1) การตรวจจับการเคลื่อนไหวพื้นฐานด้วยการหาความแตกต่างระหว่างเฟรม (Frame difference)

การตรวจจับการเคลื่อนไหวด้วยวิธีนี้เป็นเทคนิคพื้นฐานที่นิยมใช้กันทั่วไป ภาพประกอบที่ 2-1 แสดงการประมวลผลภาพเพื่อหาภาพพื้นหน้าโดยการหาความแตกต่างระหว่างเฟรม โดยนำเฟรมก่อนหน้านี้นี้มาหาความแตกต่างระหว่างเฟรมกับเฟรมในเวลาที่ต้องการที่เรียกว่า Current frame หากความแตกต่างมีค่ามากกว่าค่าเทรชโฮลที่ตั้งไว้ แสดงว่ามีวัตถุที่กำลังเคลื่อนไหวในเฟรม และพื้นหลังก็คือเฟรมก่อนหน้านั้นเอง (Background Model)



ภาพประกอบที่ 2-1 อธิบายการหาวัตถุที่เคลื่อนที่โดยวิธีการหาความแตกต่างระหว่างเฟรม
[\[https://docs.opencv.org/3.4.2/d1/dc5/tutorial_background_subtraction.html\]](https://docs.opencv.org/3.4.2/d1/dc5/tutorial_background_subtraction.html)

$$|\text{frame}_i - \text{frame}_{i-1}| > T \quad (2-1)$$

โดยกำหนดให้

frame_i คือ ค่าของจุดใดๆในภาพ ณ เวลา i หรือเฟรมปัจจุบัน

frame_{i-1} คือ ค่าของจุดใดๆในภาพ ณ เวลา $i-1$ หรือเฟรมก่อนหน้า

T คือ ค่าเทรชโกลที่ใช้แบ่งระหว่างเป็นภาพพื้นหลังหรือวัตถุที่เคลื่อนไหว

2) Mixture of Gussian (MoG)

Mixture of Gussian เป็นวิธีที่ใช้กันอย่างแพร่หลายสำหรับการสร้างแบบจำลองพื้นหลัง เพื่อตรวจจับวัตถุที่เคลื่อนที่จากกล้องแบบที่อยู่คงที่ (Static Cameras) โดยการประมาณค่าความถี่ของความเข้มของภาพในแต่ละพิกเซล และกำหนดความน่าจะเป็นที่จะเป็นพื้นหลัง พิกเซลที่ไม่ตรงกับพื้นหลังจะเรียกว่าพิกเซลเบื้องหน้า (Foreground pixels) โดยวิธีการจำลองการผสมแบบเกาส์เซียนมีสมการที่กันโดยทั่วไปดังสมการที่ 2-2

$$P(X_t) = \sum_{i=1}^K \omega_{i,t} \eta(X_t; \mu_{i,t}, \Sigma_{i,t}) \quad (2-2)$$

โดยกำหนดให้

K คือ จำนวนของการกระจายของเกาส์เซียน

$\omega_{i,t}$ คือ ค่าน้ำหนักของเกาส์เซียนตัวที่ i ในเวลา t

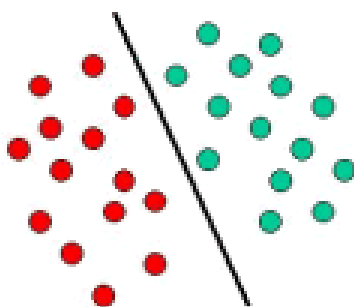
$\mu_{i,t}$ คือ ค่าเฉลี่ยของเกาส์เซียนตัวที่ i ในเวลา t

$\Sigma_{i,t}$ คือ ค่าความแปรปรวนร่วมของเกาส์เซียนตัวที่ i ในเวลา t

η คือ Gaussian Probability Density Function

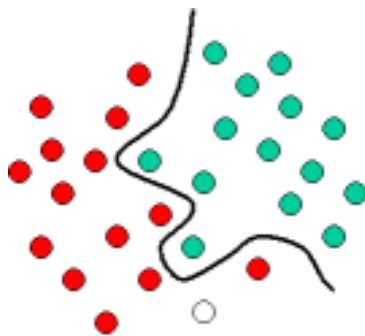
2.1.2 เทคนิคการจำแนกโดยใช้ Support Vector Machine (SVM)

Support Vector Machine (SVM) เป็นอัลกอริทึมหนึ่งที่ใช้ในการจำแนกข้อมูล โดยใช้ในการนำค่าของกลุ่มข้อมูลมาวางลงในพีเจอร์สเปซ (Feature Space) จากนั้นจึงหาเส้นแบ่งข้อมูลทั้งสองออกจากกันโดยจะสร้างเส้นแบ่ง (Hyperplane) ที่เป็นเส้นตรงขึ้นมาและหาว่าเส้นตรงที่แบ่งสองกลุ่มออกจากกันนั้นเส้นใดเป็นเส้นที่ดีที่สุด



ภาพประกอบที่ 2-2 ตัวอย่างการแบ่งกลุ่มข้อมูลของสีแดง(ด้านซ้าย)และสีเขียว(ด้านขวา)

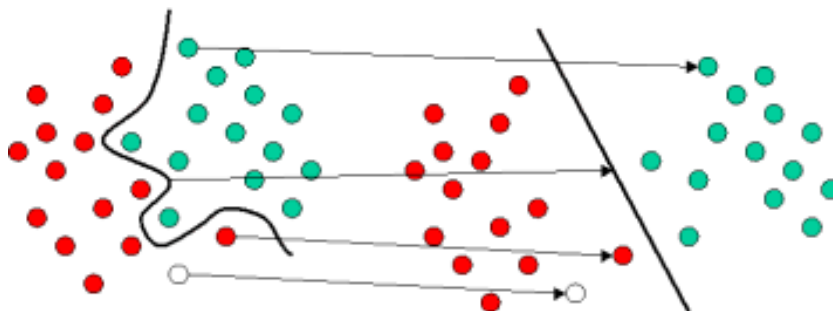
ภาพประกอบที่ 2-2 แสดงการแบ่งกลุ่มข้อมูลโดยทางซ้ายเป็นกลุ่มข้อมูลสีแดงและทางขวาเป็นกลุ่มข้อมูลสีเขียว ซึ่งตัวอย่างนี้เป็นการจำแนกประเภทเชิงเส้น นั่นคือการแบ่งข้อมูลด้วยการใช้เส้นนั่นเอง



ภาพประกอบที่ 2-3 ตัวอย่างการแบ่งกลุ่มเมื่อข้อมูลมีความซับซ้อน

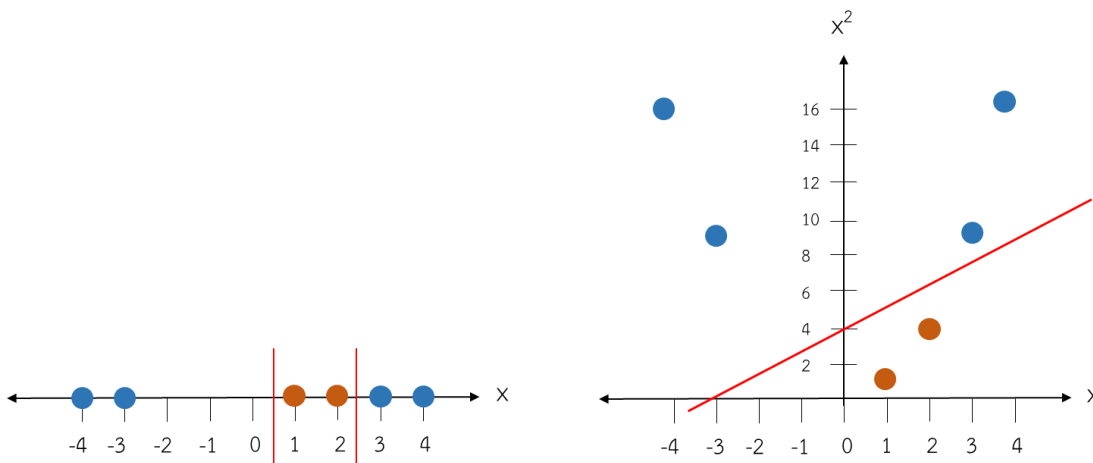
อย่างไรก็ตามการจัดหมวดหมู่ในข้อมูลส่วนใหญ่ทำได้ยากและมักมีโครงสร้างที่ซับซ้อน ไม่สามารถแบ่งได้โดยการใช้เส้นตรง การแบ่งอาจแบ่งได้โดยใช้เส้นโค้งและค่อนข้างซับซ้อน ดังภาพประกอบที่ 2-3 จึงมีการใช้การจัดเรียงข้อมูลใหม่ก่อนที่จะทำการวิเคราะห์แบ่งกลุ่มต่อไปดังภาพประกอบที่ 2-4 จะเห็นได้ว่าทางซ้ายเป็นชุดข้อมูลเดิมและทางขวาเป็นการจัดเรียงใหม่โดยใช้ฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์ที่เรียกว่า เคอร์เนลฟังก์ชัน (Kernel function) โดยข้อมูลที่จัดเรียงใหม่สามารถแบ่งได้ด้วยการใช้เส้นตรงดังรูป 2-18 ด้านขวาและภาพประกอบที่ 2-5 ซึ่งอธิบายการจัดเรียงข้อมูลใหม่โดยใช้ เคอร์เนลฟังก์ชัน จะเห็นได้ว่าทางด้านซ้ายมีข้อมูลอยู่ 2 คลาสคือ สีส้มและสีฟ้า ใน

1 มิติซึ่งสามารถแยกได้โดยสมการ $IF(x < 0.5 \parallel X > 2.5) THEN class = B$ คือ ถ้าค่า $X < 0.5$ หรือ $X > 2.5$ แล้วจะทำนายว่าเป็นค่า B นอกเหนือจากนั้นคือระหว่าง $0.5 - 2.5$ ให้เป็นคลาส A



ภาพประกอบที่ 2-4 การจัดเรียงข้อมูลใหม่

ซึ่งการแบ่งนี้ผิดพลาดได้เมื่อเรามีข้อมูล $x = -1$ ที่เป็นคลาส A แต่จากสมการที่เราได้ข้างต้นเพื่อใช้แยกนั้น จะได้ $x = -1$ เป็นคลาส B ดังนั้นเราจึงใช้เคอร์เนลฟังก์ชันเข้ามาช่วยในการเพิ่มคุณลักษณะอีกหนึ่งค่าโดยใช้ฟังก์ชัน $x = x^2$ ในการเปลี่ยนค่า x ซึ่งจะได้การกระจายตัวของข้อมูลในรูปทางด้านขวานั้นเอง หลังจากนั้นจึงใช้ SVM ในการแบ่งข้อมูลออกเป็น 2 คลาส โดยการใช้เส้นตรงเพียงเส้นเดียวซึ่งจะทำให้ $x = -1$ เป็นคลาส A



ภาพประกอบที่ 2-5 การจัดเรียงข้อมูลใหม่โดยการใช้เคอร์เนลฟังก์ชัน

โดยเคอร์เนลฟังก์ชันมีหลายฟังก์ชันเช่น ฟังก์ชันเส้นตรง (Linear) ฟังก์ชันโพลิโนเมียล (Polynomial) ฟังก์ชันซิกมอยด์ (Sigmoid) เป็นต้น

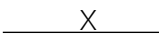
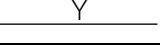
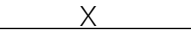

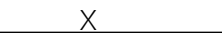

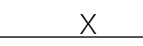

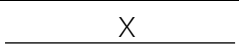

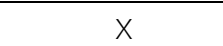

2.2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการสร้างโมเดลความสัมพันธ์ของกิจกรรม

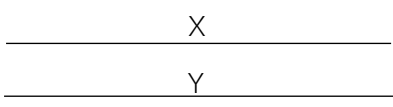
ในการสร้างโมเดลเพื่อใช้ในการหาความผิดปกติของกิจกรรม เราได้ประยุกต์ใช้กฎบางข้อเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของเหตุการณ์ตามทฤษฎีของอัลลีน เพื่อมาใช้ในการงานวิจัยนี้ ได้อธิบายตามหัวข้อ 2.2.1 ดังนี้

2.2.1 ทฤษฎีกฎความสัมพันธ์ของอัลลีน (Allen's interval relation)

ในปี ค.ศ. 1983 James F. Allen ได้เผยแพร่งานวิจัยเกี่ยวกับ 13 ความสัมพันธ์พื้นฐานของช่วงเวลาและระยะเวลานั้นๆ เพื่ออธิบายให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของกิจกรรมหนึ่งๆที่ไม่สามารถที่จะมีความสัมพันธ์กับกิจกรรมอื่นๆได้มากกว่า 1 ความสัมพันธ์ ซึ่งทำให้เห็นได้ชัดเจนว่าแต่ละกิจกรรมในช่วงเวลาหนึ่งมีความสัมพันธ์ใดกับอีกกิจกรรม ซึ่งสามารถอธิบายได้โดยใช้หลักการพีชคณิต ตารางที่ 2-1 แสดงความสัมพันธ์ที่เป็นไปได้ทั้งหมดที่เวลานั้นๆในทฤษฎีของอัลลีน โดยในตารางแสดงความสัมพันธ์ของ X และ Y ด้วยเวลากำลังเดินจากซ้ายไปขวา ยกตัวอย่างเช่น ในความสัมพันธ์แรกแสดง X before Y หมายถึง X ได้สิ้นสุดลงก่อนที่จะ Y จะเริ่มต้นและความสัมพันธ์ที่สองแสดงให้เห็นว่า X meets Y หมายถึง X สิ้นสุดเมื่อ Y เริ่มต้น ความสัมพันธ์ทั้ง 6 คู่ เป็นความสัมพันธ์นั้นและความสัมพันธ์ที่กลับกัน ยกตัวอย่างเช่น ความสัมพันธ์ที่ถูกกลับของ X before Y คือ Y after X เมื่อไรก็ตามที่ความสัมพันธ์แรกเป็นจริง ความสัมพันธ์ที่กลับกันก็เป็นจริงด้วย ในความสัมพันธ์ที่ 13 คือ X equals Y เมื่อกลับก็ยังคงได้เท่ากับความสัมพันธ์เดิม

ตารางที่ 2-1 13 ความสัมพันธ์พื้นฐานของอัลลีน

Relation	Diagram example	Interpretation
1. X before y		X takes place before Y
2. Y after X		
3. X meets y		X meets Y
4. Y metBy X		
5. X overlaps Y		X overlaps with Y
6. Y overlappedBy X		
7. X starts Y		X starts Y
8. Y startedBy X		
9. X during Y		X during Y
10. Y contains X		
11. X finishes y		X finished Y
12. Y finishedBy X		

Relation	Diagram example	Interpretation
13. X equals Y		X is equal to Y

2.3. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์ความผิดปกติของกิจกรรม

ในการวิเคราะห์หาความผิดปกติของกิจกรรมเราได้เลือกใช้การเปรียบเทียบข้อมูล ระหว่างกิจกรรมที่ปกติและกิจกรรมที่ผิดปกติ เพื่อหาความแตกต่างของทั้งสองข้อมูลโดยใช้หลักการที่อธิบายในหัวข้อ 2.3.1 ดังนี้

2.3.1 ค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (Root Mean Square Error: RMSE)

ค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยโดยส่วนใหญ่ใช้ในทางสถิติในการวัดประสิทธิภาพของเครื่องมือการพยากรณ์ ว่ามีคุณภาพดีหรือไม่ โดยมี 2 ข้อมูล เพื่อนำมาคำนวณคือ ค่าจากการทำนาย (prediction value) โดยเครื่องมือ นั้น และค่าจริง (actual value) ที่ได้จากการวัด ในงานวิจัยนี้ได้ประยุกต์ใช้โดยให้ค่าจากการทำนายคือ ข้อมูลการทำกิจกรรมที่มีกิจกรรมรบกวน และค่าจริงคือค่าข้อมูลการทำกิจกรรมที่เรากำหนดเป็นกิจกรรมที่ปกติ ซึ่งค่าที่ได้จากผลการทดลองนั้นขึ้นกับข้อมูลเข้าที่นำมาคำนวณ เมื่อมีค่าน้อยคือมีความใกล้เคียงของทั้งสองข้อมูล นั้นหมายความว่าค่า RMSE สามารถนำมาใช้ในการวัดความใกล้เคียงกันของข้อมูลซึ่งเราได้เลือกใช้การคำนวณนี้ในงานวิจัยนี้ ซึ่งมีสมการดังสมการที่(2-1)

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum(A_t - F_t)^2}{n}} \quad (2-1)$$

โดยที่ A_t คือ ค่าที่เกิดขึ้นจริง

F_t คือ ค่าที่ได้จากการพยากรณ์

ซึ่งเมื่อนำมาประยุกต์ใช้กับเมทริกซ์ใน 2 มิติได้ดังในสมการที่ (2-2)

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1, j=1}^n (y_{ij} - x_{ij})^2}{n^2}} \quad (2-2)$$

เมื่อ x_{ij} คือ ค่าในเมทริกซ์ที่เป็นกิจกรรมปกติในพิกัด(i,j)

y_{ij} คือ ค่าในเมทริกซ์ที่ได้เพิ่มกิจกรรมรบกวนในพิกัด(i,j)

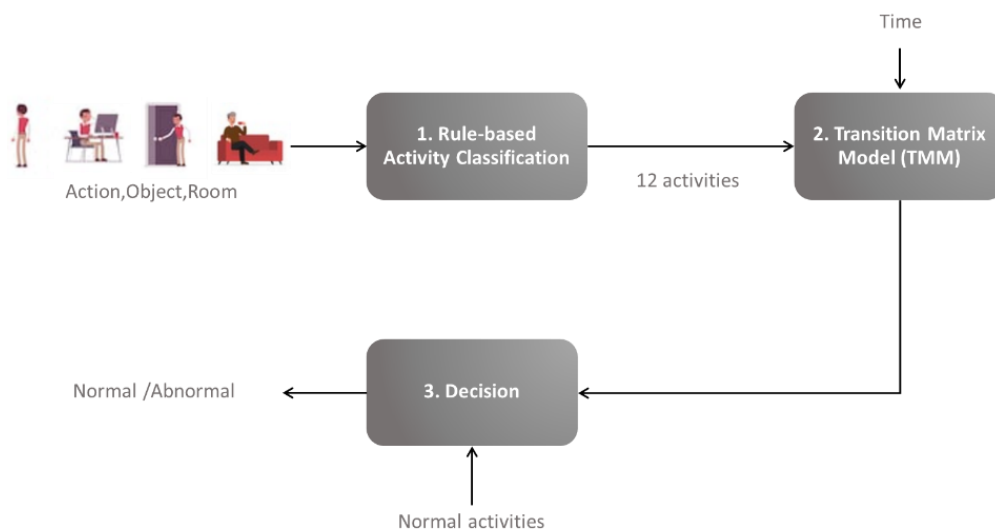
n คือ ขนาดของเมทริกซ์ซึ่งในงานวิจัยนี้ใช้ $n=12$

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 แนวคิดภาพรวม

ในงานวิจัยนี้ได้แบ่งการดำเนินงานวิจัยออกเป็น 3 หัวข้อหลัก คือในขั้นตอนแรกการทำกิจกรรมในชีวิตประจำวัน ซึ่งได้มาจากการรู้จำท่าทางของบุคคลนั้น ที่สัมพันธ์กับข้อมูลของวัตถุรอบข้างภายในห้องร่วมกับการใช้กฎในการตัดสินใจ หลังจากนั้นในขั้นตอนต่อมาจึงนำกิจกรรมเหล่านี้สร้างเป็นโมเดลความสัมพันธ์ของกิจกรรมซึ่งมาจากกิจกรรมที่ได้ร่วมกับเวลาในแต่ละวัน และนำโมเดลนั้นมาเปรียบเทียบกับโมเดลก่อนหน้าซึ่งได้กำหนดให้เป็นโมเดลของกิจกรรมที่เป็นปกติ เพื่อนำไปใช้ในการประมวลผลหาว่าเป็นกิจกรรมที่ปกติหรือผิดปกติของกิจกรรม ภาพประกอบที่ 3-1 แสดงแผนผังการดำเนินงานของงานวิจัยนี้อย่างคร่าวๆ แสดงให้เห็นข้อมูลที่เข้ามาในระบบของงานวิจัยนี้คือ ท่าทาง วัตถุ และห้อง และผลลัพธ์ของงานวิจัยนี้คือสามารถบอกได้ว่าเป็นกิจวัตรประจำวันที่ปกติหรือผิดปกติ

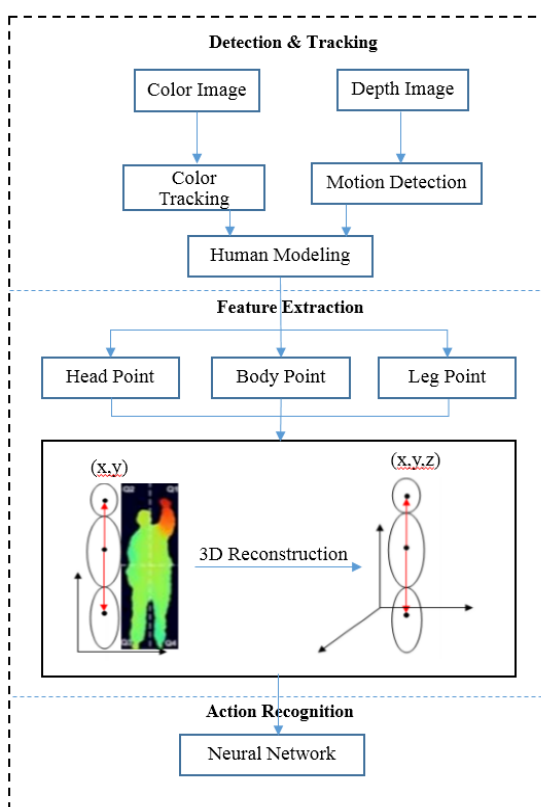


ภาพประกอบที่ 3-1 แผนผังวิธีการดำเนินงานของงานวิจัยนี้

3.2 การรู้จำท่าทาง

ขั้นตอนแรกของงานวิจัยนี้ คือการรู้จำท่าทาง ซึ่งในการรู้จำท่าทางนั้นผู้วิจัยได้นำวิธีการของ P. Chawalitsitukul และคณะ [4] มาประยุกต์ใช้ วิธีการนี้มีข้อดีเรื่องของการใช้กล้องเพียงกล้องเดียว และความถูกต้องของท่าทางค่อนข้างสูง ภาพประกอบที่ 3-2 แสดงภาพรวมของวิธีการดังกล่าว โดยขั้นตอนแรกนั้นได้ใช้เทคนิคการประมาณรูปร่างผสมของเกาส์เซียน (Gaussian Mixture Model :

GMM) ในการแยกส่วนของพื้นหลังออกจากตัวบุคคลที่เคลื่อนที่สำหรับการตรวจจับตัวบุคคล โดยนำข้อมูลของภาพสีและภาพความลึกที่ได้จากมุมด้านข้างมาใช้ หลังจากนั้นจึงสร้างโมเดลสามมิติของตัวบุคคลแยกออกเป็น 3 ส่วนคือ ส่วนหัว ส่วนลำตัวและส่วนขา ขั้นตอนต่อมาจึงทำการสร้างเวกเตอร์สามมิติจากกึ่งกลางลำตัวไปยังส่วนหัวและส่วนขาทั้งสอง ซึ่งมีการติดตามตลอดการเคลื่อนที่ที่เปลี่ยนแปลงและนำข้อมูลไปประมวลผลรู้จำท่าทางโดยเทคนิคโครงข่ายประสาทเทียม (Neural network) และ SVM (Support Vector Machine)



ภาพประกอบที่ 3-2 แผนผังวิธีการรู้จำท่าทางโดย P. Chawalitsitikul และคณะ [4]

วิธีการนี้สามารถทำให้ได้ท่าทางพื้นฐาน 4 ท่า คือ การเดินหรือการยืน การนั่ง การก้มและการนอน ซึ่งมีความถูกต้องสูงถึงร้อยละ 95.8 และการนอนมีความถูกต้องร้อยละ 95.8 ผู้วิจัยจึงคิดว่าการรู้จำท่าทางด้วยวิธีการนี้มีประสิทธิภาพสูง สามารถนำมาประยุกต์ใช้กับงานวิจัยของผู้วิจัยได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3.3 การหากิจกรรมในชีวิตประจำวันด้วยกฎ (Rule-based Activity Classification)

3.3.1 แนวคิดการหากิจกรรมในชีวิตประจำวัน

ในการหากิจกรรมในชีวิตประจำวันได้แบ่งเป็น 2 ขั้นตอนหลักคือการรู้จำท่าทางซึ่งได้อธิบายแล้วในหัวข้อที่ 3.2 ทำให้ได้ท่าทางพื้นฐานในชีวิตประจำวัน หลังจากนั้นในขั้นตอนต่อมาจึงใช้ท่าทางที่ได้วิเคราะห์ร่วมกับสถานที่และวัตถุในห้องเพื่อให้ได้เป็นกิจกรรมในชีวิตประจำวัน ในหัวข้อนี้จะอธิบายเกี่ยวกับการสร้างกฎเพื่อการรู้จำกิจกรรมโดยมีทั้งหมด 12 กิจกรรมใน 4 ห้องนั้นคือ ห้องนั่งเล่น ได้แก่ เดินในห้อง นั่งบนโซฟาและนอนบนโซฟา ห้องครัว ได้แก่ เดินในห้อง ทำอาหาร และใช้ตู้เย็น ห้องทำงาน ได้แก่ เดินในห้อง ทำงานและใช้คอมพิวเตอร์ และห้องนอน ได้แก่ เดินในห้อง นั่งบนเตียงและนอนบนเตียง แนวคิดพื้นฐานในการจำแนกประเภทของกิจกรรมเหล่านี้คือการกำหนดความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลกับวัตถุรอบตัว อย่างแรกคือ การรู้จำท่าทางพื้นฐานที่แน่นอน โดยการนับจำนวนเฟรมของท่าทางที่ต่อเนื่องกัน ยกตัวอย่างเช่น ท่าทางการเดินควรมีจำนวนเฟรมที่บอกว่าเป็นท่าทางนี้ต่อเนื่องกันจำนวน 5 เฟรม ท่าทางการก้มเพียง 3 เฟรมเนื่องจากการก้มใช้เวลาเพียงเล็กน้อย ในการทำกิจกรรมในชีวิตจริงส่วนใหญ่จะไม่กัมนาน เช่น การก้มลงเปิดตู้เย็น เป็นต้น ส่วนท่าทางการนั่งนับทั้งหมด 7 เฟรมเนื่องจาก ท่าทางการนอนราบ 15 เฟรม การนับเฟรมนี้ เนื่องจากแต่ละท่ามีความผิดพลาดของท่าทาง เช่นในบางครั้งในความเป็นจริงเป็นท่าทางการเดินแต่ในบางเฟรมนั้นได้วิเคราะห์เป็นท่าทางการก้มเพียง 1 เฟรม เนื่องจากความผิดพลาดของแสงในบางครั้ง ดังนั้นจึงใช้การนับเฟรมที่ต่อเนื่องดังกล่าว และความยาวของเฟรมที่ต่อเนื่องกันนั้นได้มาจากการสังเกตอย่างเช่น จากการวิเคราะห์บอกว่าเป็นการนอนต่อเนื่องกันถึง 10 เฟรมแต่ในความเป็นจริงเป็นท่าทางการเดิน ทำให้เราใช้ท่าทางการนอนจริงควรมีความต่อเนื่องกันมากกว่า 15 เฟรมเป็นต้น และอย่างที่สองคือ การหาระยะทางระหว่างบุคคลและวัตถุในสามมิติ ซึ่งได้กำหนดตำแหน่งของวัตถุในห้องต่างๆไว้ล่วงหน้าก่อนจะทำการประมวลผลอื่นๆ เช่น โต๊ะ เก้าอี้ เตียง โซฟา คอมพิวเตอร์ และตู้เย็น สุดท้ายเมื่อพิจารณาระยะเวลาและกฎที่กำหนดด้วยความใกล้เคียงของบุคคลกับวัตถุก็สามารถรู้จำกิจกรรมได้

3.3.2 การรู้จำกิจกรรม

ตามที่ได้อธิบายอย่างคร่าวๆถึงแนวคิดในการหากิจกรรมของงานวิจัยนี้ในหัวข้อนี้ผู้วิจัยได้อธิบายรายละเอียดวิธีการมากขึ้น ซึ่งในขั้นตอนแรกผู้วิจัยได้เพิ่มการกำหนดตำแหน่งของวัตถุหลังจากขั้นตอนการรู้จำพื้นฐาน โดยวัตถุถูกกำหนดโดยแสดงด้วยรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าล้อมรอบวัตถุ ประกอบด้วยจุด 5 จุดในพิกัด 3 มิติ คือจุดศูนย์กลางและจุดที่มุมของสี่เหลี่ยมผืนผ้า ดังแสดงในภาพประกอบที่ 3-4 ซึ่งเป็นตัวอย่างของบุคคลในห้องทำงานโดยภาพประกอบที่ 3-4 (ก) แสดงภาพสี่ ภาพประกอบที่ 3-4 (ข) แสดงภาพความลึกและการระบุตำแหน่งของวัตถุล่วงหน้า โดยเมื่อมีบุคคลเข้ามาในห้อง

ต่างๆ การรู้จำท่าทางก็จะทำงานโดยการแสดงผลท่าทางที่สามารถระบุได้ โดยการทำการนับเฟรมของท่าทางที่ต่อเนื่องก่อนตามเหตุผลที่ได้กล่าวมาข้างต้น

$$d = \sqrt{(x_1 - x_0)^2 + (y_1 - y_0)^2 + (z_1 - z_0)^2} \quad (3-1)$$

เมื่อ x_0 คือ พิกัด x ของวัตถุ

x_1 คือ พิกัด x ของจุดศูนย์กลางมวลของบุคคล

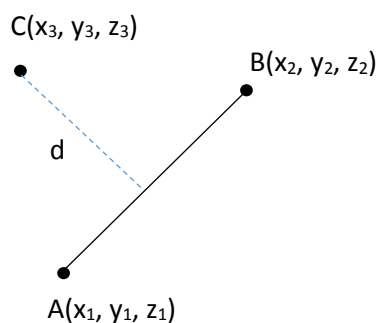
y_0 คือ พิกัด y ของวัตถุ

y_1 คือ พิกัด y ของจุดศูนย์กลางมวลของบุคคล

z_0 คือ พิกัด z ของวัตถุ

z_1 คือ พิกัด z ของจุดศูนย์กลางมวลของบุคคล

หลังจากได้ท่าทางที่เสถียรผู้วิจัยจึงทำการวัดระยะทางกับวัตถุต่างๆรอบๆ ในการวัดระยะทางผู้วิจัยใช้การวัดระยะทางในสามมิติ 2 แบบ เพื่อสร้างความมั่นใจว่าระยะทางใดมีความใกล้เคียงที่สุด แบบแรกคือการวัดระยะทางจากศูนย์กลางมวลของบุคคลไปยังจุดกึ่งกลางของวัตถุแสดงในภาพประกอบที่ 3-4 (ค) คำนวณระยะทางด้วยสมการที่ (3-1) และแบบที่สองคือการวัดจากศูนย์กลางมวลไปยังเส้นขอบของวัตถุดังแสดงในภาพประกอบที่ 3-4 (ง) และอธิบายเพิ่มเติมในภาพประกอบที่ 3-3 คำนวณระยะทางด้วยการหาสมการของเส้นตรงโดยการแทนค่าสมการที่ (3-2) และใช้สมการ (3-3) ในการหาระยะทางที่สั้นที่สุดโดยจุด C คือศูนย์กลางมวลและ จุด A,B คือเส้นขอบของวัตถุ



ภาพประกอบที่ 3-3 อธิบายการคำนวณระยะทางระหว่างเส้นขอบของวัตถุและศูนย์กลางมวลของบุคคล

โดยสมมุติ P คือจุดที่ผ่านในเส้นตรงนี้ $P=(x, y, z)$

ดังนั้น $|AP|=|BP|$

$$\sqrt{(x-x_1)^2+(y-y_1)^2+(z-z_1)^2}=\sqrt{(x-x_2)^2+(y-y_2)^2+(z-z_2)^2} \quad (3-2)$$

โดยแทนค่าตามภาพประกอบที่ 3-3

จากนั้นจึงแทนค่าและจัดสมการนี้ให้อยู่ในรูปของ $ax+by+cz+d=0$ และหารระยะห่างระหว่างเส้นและจุดโดยใช้สมการต่อไปนี้

$$d = \frac{|ax_3+by_3+cz_3+d|}{\sqrt{a^2+b^2+c^2}} \quad (3-3)$$

เมื่อ x_3, y_3, z_3 คือ พิกัดจุด C ในภาพประกอบที่ 3-3 นั่นคือจุดของศูนย์กลางตัวบุคคล

a, b, c คือ สัมประสิทธิ์ของสมการเส้นตรงที่ได้จัดในรูป $ax+by+cz+d=0$ จากสมการที่ (3-2)

ภาพประกอบที่ 3-4 (ค) แสดงการวัดระยะทางในรูปแบบแรกคือวัดจากศูนย์กลางมวลของบุคคลไปยังจุดกึ่งกลางของวัตถุคือจุดสีแดงและวัตถุแสดงด้วยเส้นกรอบสีเขียวที่เส้นล้อมรอบวัตถุและภาพประกอบที่ 3-4 (ง) แสดงการวัดระยะทางระหว่างบุคคลและเส้นขอบรอบวัตถุแสดงการวัดระยะทางด้วยการใช้เส้นประไปยังจุดกึ่งกลางเส้นขอบของวัตถุที่ล้อมรอบวัตถุทั้งหมดสี่เส้น

1) การใช้กฎในการตัดสินใจหากิจกรรม

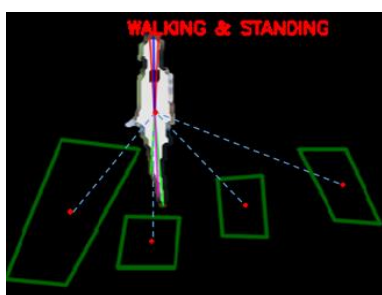
ในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยได้ใช้การรู้จำท่าทาง การวัดระยะทาง ที่ได้กล่าวในหัวข้อที่แล้วในการรู้จำกิจกรรมโดยการใช้กฎ สิ่งที่แรกของการตัดสินใจหากิจกรรมคือ การใช้ท่าทางที่เสถียรในเวลานั้นเพื่อลดความผิดพลาดของการรู้จำท่าทางลงและหาว่าบุคคลนั้น อยู่ใกล้วัตถุใดมากที่สุดเพื่อใช้ในการตัดสินใจ ตารางที่ 3-2 แสดงกฎในการตัดสินใจในระบบการรู้จำกิจกรรม



(ก) ภาพสี



(ข) ภาพความลึก

(ค) ระยะห่างระหว่างบุคคลและจุด
ในวัตถุ(ง) ระยะห่างระหว่างบุคคลและเส้น
รอบวัตถุ

ภาพประกอบที่ 3-4 การวัดระยะทางระหว่างวัตถุและตัวบุคคล

ซึ่งข้อมูลที่น่ามาใช้ในกฎนี้ได้แก่ ท่าทางพื้นฐาน 4 ท่า (การยืนและเดิน การนั่ง การก้มและการนอน) ห้องภายในบ้าน 4 ห้อง (ห้องนั่งเล่น, ห้องทำงาน, ห้องครัว และห้องนอน) วัตถุภายในห้อง 6 ชนิด (โต๊ะ, เก้าอี้, เติง, โซฟา, คอมพิวเตอร์ และตู้เย็น) ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้จากการตัดสินใจมี 12 กิจกรรมคือ การทำอาหาร, การใช้ตู้เย็น, การทำงาน, การใช้คอมพิวเตอร์, การเดินในห้องนั่งเล่น, การเดินในห้องครัว, การเดินในห้องนอน, การเดินในห้องทำงาน, การนั่งบนโซฟา, การนั่งบนเตียง, การนอนบนโซฟา และการนอนบนเตียง ในระบบการตัดสินใจนี้ กฎได้ถูกแบ่งออกเป็น 3 ชั้นหลักตาม Layer ในตารางที่ 3-1 โดยชั้นแรกของกฎพยายามที่จะแยกแยะท่าทางของการเดินหรือการยืน ออกจากการก้ม, การนั่ง และการนอน ในชั้นที่สองของกฎเป็นการพิจารณาสภาพของแต่ละท่าทางที่แยกแยะไว้ในชั้นแรก โดยในท่าทางการยืนหรือเดินนั้น สามารถนำมาแยกเป็นการยืนหรือการเดินได้จากการวัดระยะของวัตถุรอบข้าง หากวัตถุที่ใกล้ที่สุดไม่เปลี่ยนแปลงและระยะน้อยกว่าค่าที่ตั้งไว้ แสดงว่าเป็นการยืนอยู่กับที่หากเปลี่ยนแปลงแสดงว่าเป็นการเดินและในชั้นที่สามเป็นการพิจารณาท่าทางที่ได้ร่วมกับห้องและวัตถุที่อยู่ใกล้เพื่อตัดสินใจว่าเป็นกิจกรรมใด

ตารางที่ 3-1 แนวคิดเบื้องต้นในการใช้กฎแยกแยะกิจกรรม

1 st Layer	2 nd Layer	Action	3 rd Layer	Activities
1. Walking or Standing	Distance with object	Walking	Relation with objects	12 activities
		Standing		
2. Bending 3. Sitting 4. Laying	-	Bending		
		Sitting		
		Laying		

ตารางที่ 3-2 กฎการจำแนกกิจกรรม

1 st Layer of Rules	Activities	2 nd Layer of Rules	Activities	3 rd Layer of Rules	Activities
If (walking or standing) then	- cooking	If(same surrounding objects and nearest distance is less than a threshold) then standing	- cooking	If(standing near table and in kitchen)then	cooking
	- using refrigerator		- using refrigerator	If(standing near refrigerator)then	using refrigerator
	- working		- working	If(standing near table and in working room)then	working
	- using computer		- using computer	If(standing near and near computer and in working)then	using computer
	- walking in living room	else walking	- walking in living room	If(in living room)then	walking in living room
	- walking in kitchen		- walking in kitchen	If(in kitchen)then	walking in kitchen
- walking in working room		- walking in			
- walking in bedroom					

1 st Layer of Rules	Activities	2 nd Layer of Rules	Activities	3 rd Layer of Rules	Activities
			working room - walking in bedroom	If(in working room)then If(in bedroom)then	walking in working room walking in bedroom
If(bending or sitting or laying) then	- using refrigerator - cooking - sitting on sofa - sitting on bed - working - using computer - sleeping - laying on sofa	If(bending) then	- using refrigerator	If(near refrigerator)then	using refrigerator
			- cooking	If(near table in kitchen)then	cooking
		If(sitting) then	- sitting on sofa	If(near to sofa)then	sitting on sofa
			- sitting on bed	If(near to bed)then	sitting on bed
			- working	If(near to chair and in kitchen)then	cooking
			- using computer	If(near to chair and in working room)then	working
		If(laying) then	- sleeping	If(near to chair and near to computer and in working room)then	using computer
			- laying on sofa	If(near to bed)then If(near to sofa)then	sleeping laying on sofa

3.4 การสร้างโมเดลความสัมพันธ์ของกิจกรรม (Transition Matrix Model:TMM)

หลังจากที่ได้กิจกรรมด้วยวิธีการที่ได้กล่าวไว้ในหัวข้อก่อนหน้านี้ กิจกรรมเหล่านั้นจะถูกนำมาสร้างเป็นโมเดลของกิจกรรมในแต่ละวันเพื่อใช้ในการทดลองในการแยกแยะกิจกรรมที่ผิดปกติต่อไป

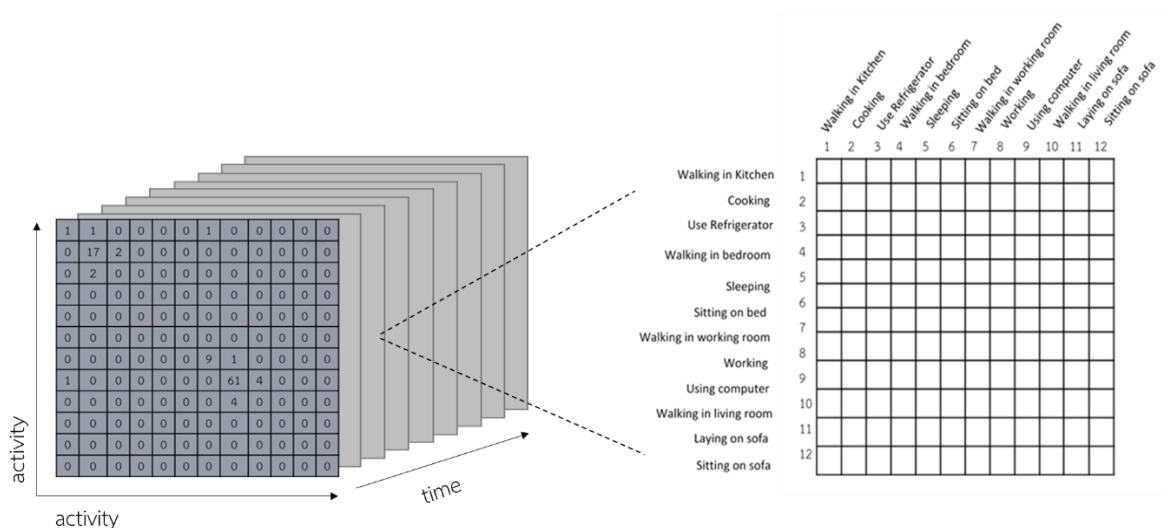
3.4.1 แนวคิดการสร้างโมเดลความสัมพันธ์ของกิจกรรม

ในการดำเนินชีวิตของผู้สูงอายุที่อาศัยอยู่ในบ้าน การทำกิจกรรมต่างๆในแต่ละวันอาจจะไม่ได้มีเวลาที่แน่นอน แต่ผู้วิจัยตั้งสมมุติฐานว่าในช่วงเวลาที่ใกล้เคียงกันน่าจะมีการทำกิจกรรมที่มีความสัมพันธ์กัน เช่น หลังจากตื่นนอนต้องมีการทำอาหารและนั่งที่ห้องนั่งเล่นเป็นประจำในช่วงเวลา

6-7 โมงเช้า ซึ่งกิจกรรมที่กล่าวมาอาจจะไม่ได้เป็นลำดับหรือเวลาเดียวกันในทุกๆวัน ดังนั้นผู้วิจัยจึงพยายามสร้างโมเดลที่เน้นเก็บข้อมูลในลักษณะของความสัมพันธ์ของแต่ละกิจกรรมในแต่ละช่วงเวลา เพื่อความยืดหยุ่นในการหาความผิดปกติของการทำกิจกรรมประจำวันต่อไป

3.4.2 การสร้างโมเดลความสัมพันธ์ของกิจกรรม

หลังจากสร้างข้อมูลเป็นลำดับของกิจกรรมในหนึ่งวันต่อมาคือ ผู้วิจัยนำข้อมูลเหล่านั้นมาสร้างเป็นโมเดลเพื่อใช้ในการประมวลผลหาว่าเป็นกิจกรรมที่ปกติหรือผิดปกติ โดยประยุกต์ใช้ความรู้เรื่อง Allen's 13 temporal relation ซึ่งงานวิจัยของ L. Liu และคณะ [14] ได้ใช้เทคนิคนี้เพื่อหาความสัมพันธ์ของกิจกรรมที่ซับซ้อนร่วมกับเทคนิคเหมืองข้อมูล (Data Mining) ในงานวิจัยของเราใช้ความสัมพันธ์ใน Allen's 13 temporal relation 1 ข้อคือ กิจกรรมหนึ่งเกิดขึ้นก่อนกิจกรรมหนึ่ง (x before y) ร่วมกับการใช้เมทริกซ์(Matrix) เพื่อเก็บข้อมูลเหล่านี้ ทำให้เรามีความสัมพันธ์ที่กลับกันด้วย (y after x) ไว้ในเวลาเดียวกันอีกด้วย ภาพประกอบที่ 3-5 แสดงโมเดลความสัมพันธ์ดังกล่าว โดยนำเสนอในลักษณะของลูกบาศก์โดยที่แกน x-y คือ กิจกรรมทั้ง 12 กิจกรรมที่ได้จากการรู้จักก่อนหน้า เมื่อมีการทำกิจกรรมขึ้น ยกตัวอย่างเช่น การเดินในห้องครัว (walking in kitchen) หลังจากนั้นจึงทำอาหาร (cooking) เราจะกำหนดการเดินในห้องครัวเป็น x และทำอาหารเป็น y ซึ่งในการสร้างโมเดลเราจะทำการนับการทำกิจกรรมในช่วงเวลานั้นจึงนับเพิ่มในตำแหน่ง (1,2) ดังแสดงในรูป 3-6



ภาพประกอบที่ 3-5 โมเดลความสัมพันธ์แบบเมทริกซ์ (Transition Matrix Model)

เราได้สร้างโมเดลความสัมพันธ์เพื่อใช้ในการประมวลผลทุกๆ 1 ชม. ในการหาคุณลักษณะเพื่อตัดสินใจว่าเป็นกิจกรรมที่ผิดปกติหรือไม่ เราได้สร้างกิจวัตรประจำวันที่เป็นปกติประกอบด้วยเมทริกซ์ของความสัมพันธ์ของกิจกรรมทุกๆ 1 ชั่วโมง ทั้งหมด 24 ชั่วโมง ตัวอย่างเมทริกซ์ความสัมพันธ์ของ

กิจกรรมใน 1 ชั่วโมงแสดงในภาพประกอบที่ 3-7 ซึ่งจะยกตัวอย่างอธิบายในตำแหน่งพิกัด (2,2) มีค่า 17 หมายถึงมีการทำอาหารต่อด้วยการทำอาหาร 17 ครั้งใน 1 ชั่วโมงนั่นเองและตำแหน่งพิกัด (3,2) มีค่า 2 หมายถึง มีการใช้ตู้เย็นหลังจากการทำอาหารหรือทำอาหารก่อนใช้ตู้เย็น 2 ครั้งใน 1 ชั่วโมง เห็นได้ว่าการใช้โมเดลนี้ทำให้ไม่เน้นลำดับที่แน่นอนของกิจกรรมแต่เป็นการบอกความสัมพันธ์ของกิจกรรมหนึ่งต่อกิจกรรมหนึ่งในเวลาหนึ่งๆนั่นเอง

3.5 การตัดสินใจแยกแยะกิจกรรมผิตปกติ (Decision)

3.5.1 แนวคิดการตัดสินใจแยกแยะกิจกรรมที่ผิตปกติ

หลังจากการสร้างโมเดลความสัมพันธ์ของกิจกรรมใน 1 วันและเราได้กำหนดให้โมเดลที่ไม่มี การเพิ่มกิจกรรมรบกวนเป็นการทำกิจกรรมที่ปกติ โดยสร้างเพื่อใช้ในการทดสอบทั้งหมด 10 ข้อมูล ทดสอบที่มีการทำกิจกรรมแตกต่างกันแสดงการดำเนินการทดลองงานวิจัยจนถึงขั้นตอนนี้ใน ภาพประกอบที่ 3-8 และแต่ละกิจกรรมปกติได้เพิ่มกิจกรรมรบกวนเป็นร้อยละได้แก่ 10 25 35 50 ของกิจกรรมทั้งหมดซึ่งในภาพประกอบที่ 3-8 กิจกรรมรบกวน ซึ่งจะเข้ามาในการทดลองทุกๆ 1 ชั่วโมง หนึ่งบุคคลจะมี 5 ชุดกิจกรรมรบกวนตามร้อยละที่ได้กล่าวมาเดียวกัน หมายความว่าเรามีชุด ข้อมูลเพื่อการทดสอบทั้งหมด 50 ชุดข้อมูล หลังจากเราได้ทดสอบด้วยการเปรียบเทียบเพื่อแยกแยะ กิจกรรมที่ปกติกับกิจกรรมที่มีกิจกรรมรบกวน ด้วยการหาความแตกต่างของข้อมูล ด้วยการหาค่าราก ที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย และ Sliding windows ภายใต้สมมุติฐานที่ว่าหากมี กิจกรรมรบกวนเพียงเล็กน้อยวิธีการที่จะใช้นั้นยังสามารถบอกได้ว่าเป็นการทำกิจกรรมเดียวกันอยู่

		Walking in Kitchen	Cooking	Use Refrigerator	Walking in bedroom	Sleeping	Sitting on bed	Walking in working room	Working	Using computer	Walking in living room	Laying on sofa	Sitting on sofa
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Walking in Kitchen	1	+1											
Cooking	2												
Use Refrigerator	3												
Walking in bedroom	4												
Sleeping	5												
Sitting on bed	6												
Walking in working room	7												
Working	8												
Using computer	9												
Walking in living room	10												
Laying on sofa	11												
Sitting on sofa	12												

ภาพประกอบที่ 3-6 การเพิ่มจำนวนกิจกรรมที่ได้ทำในโมเดลความสัมพันธ์แบบเมทริกซ์

1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
0	17	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	9	1	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	61	4	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ภาพประกอบที่ 3-7 ตัวอย่างเมทริกซ์ความสัมพันธ์ของกิจกรรมใน 1 ชั่วโมง

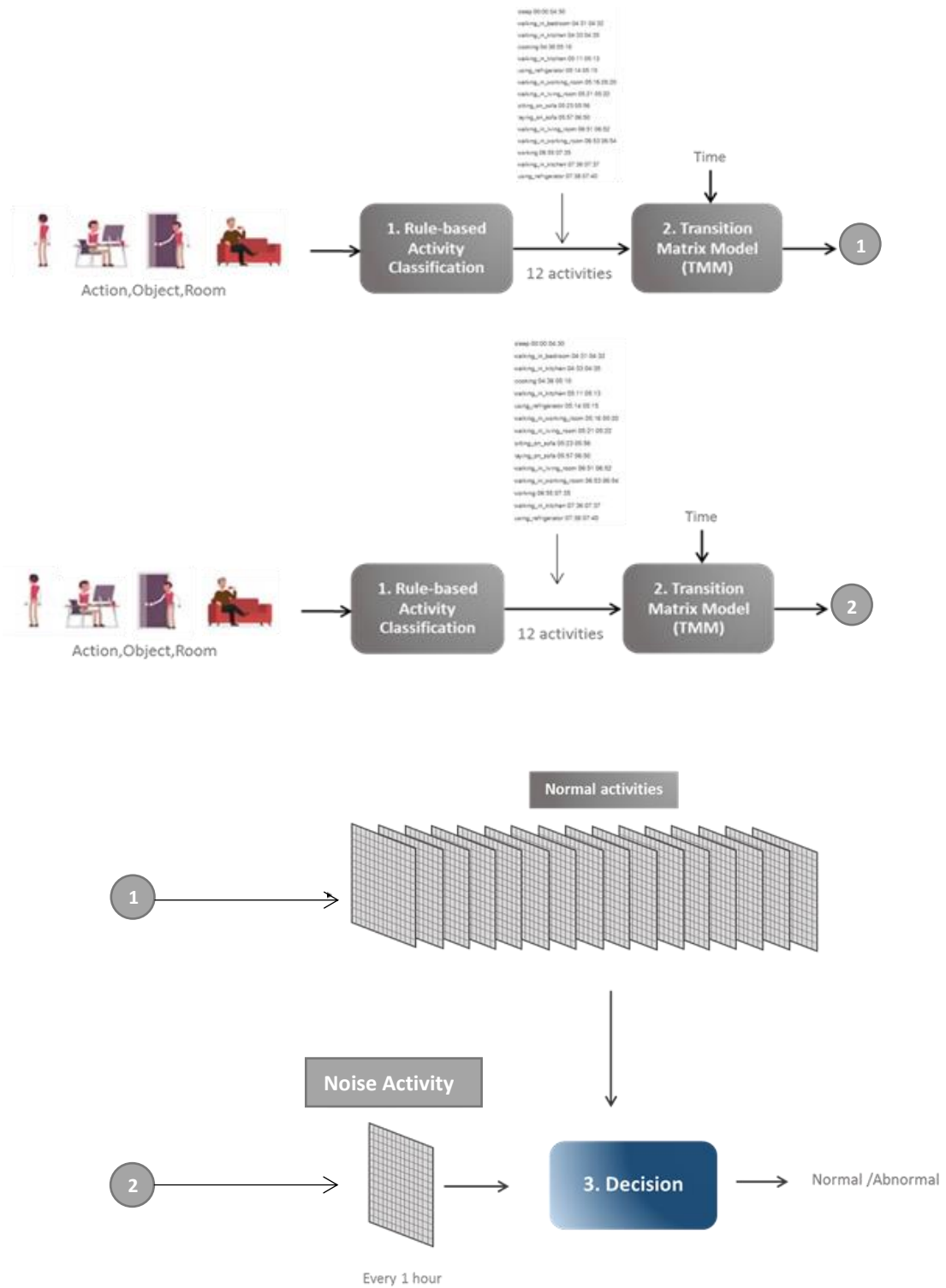
ซึ่งหมายถึงการทำกิจกรรมเป็นปกติและหากมีกิจกรรมที่รบกวนเพิ่มมากขึ้นความถูกต้องในการบอกว่าเป็นการทำกิจกรรมเดียวกันควรจะลดลง โดยมีรายละเอียดของแต่ละวิธีการดังนี้

3.5.2 ค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (Root Mean Square Error: RMSE)

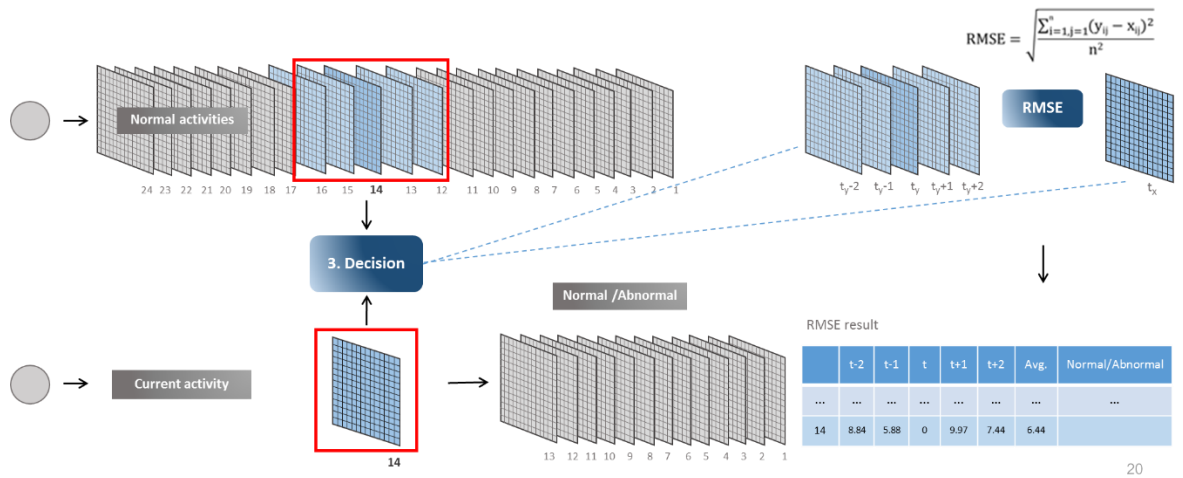
ในงานวิจัยนี้ได้ประยุกต์ใช้ค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย ซึ่งนิยมใช้ในทางสถิติเพื่อวัดประสิทธิภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการพยากรณ์ หรือการเปรียบเทียบความแตกต่างของสองข้อมูล ผู้วิจัยจึงประยุกต์ใช้วิธีการนี้เพื่อหาคุณลักษณะที่ใช้แยกแยะความแตกต่างของสิ่งผิดปกติและผิดปกติ ตามสมการที่ (2-2) ในบทที่ 2

3.5.2 Sliding Windows

ในชีวิตจริงนั้นเวลาในการเริ่มหรือสิ้นสุดการทำกิจกรรมต่างๆ ไม่แน่นอน เช่น บางวันอาจจะตื่นนอนสายไม่ตรงเวลาในทุกๆวัน แต่จะมีความคล้ายคลึงกันของความสัมพันธ์ของกิจกรรมที่ทำอยู่ เช่น เมื่อตื่นนอนบางคนไปยังห้องทำงานเพื่อทำงาน ซึ่งมักทำเหมือนกันในทุกๆวัน เป็นต้น ในงานวิจัยนี้เราจึงประยุกต์ใช้ sliding windows ในการเปรียบเทียบช่วงเวลาที่เราวิเคราะห์กับช่วงเวลาก่อนหน้าและหลัง 2 ชั่วโมงในกิจกรรมที่เรากำหนดให้เป็นปกติ ภาพประกอบที่ 3-9 แสดงเทคนิคของ Sliding windows ที่เราประยุกต์ใช้ โดยแสดงในชั่วโมงที่ 14 เป็นชั่วโมงของกิจกรรมที่เข้ามาเพื่อวิเคราะห์

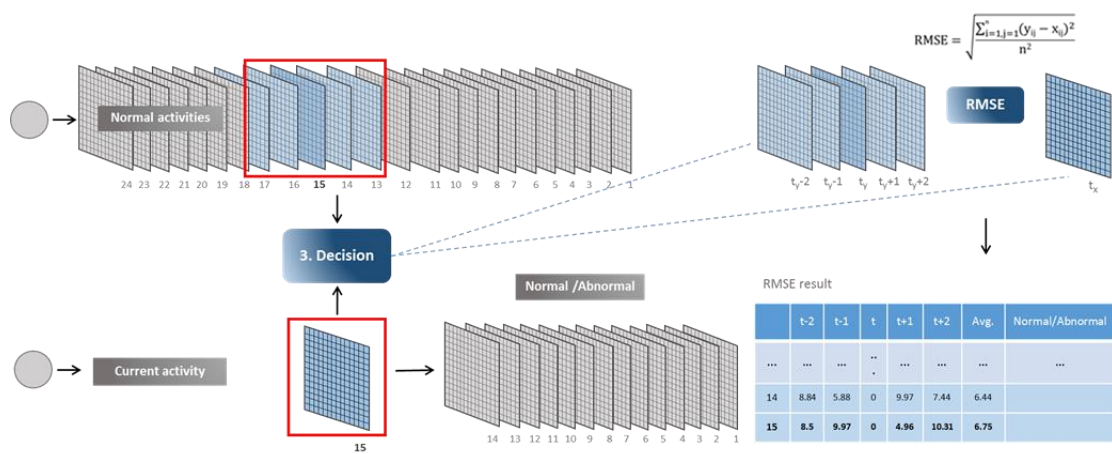


ภาพประกอบที่ 3-8 แผนผังการดำเนินงานวิจัยและการตัดสินใจแยกแยะกิจกรรมที่ผิดปกติ



ภาพประกอบที่ 3-9 Sliding Window (1)

ซึ่งในกรอบสีแดงแสดงถึง sliding windows ซึ่งเราได้ใช้ขนาดเท่ากับ 5 นั่นคือก่อนและหลัง 2 ชั่วโมง และในเวลาเดียวกัน โดยนำข้อมูลในโมเดลของชั่วโมงที่ต้องการวิเคราะห์มาคำนวณโดยใช้ค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย



ภาพประกอบที่ 3-10 Sliding Window (2)

และเมื่อมีเหตุการณ์ในชั่วโมงถัดไปเข้ามาแสดงในภาพประกอบที่ 3-10 จะทำการเลื่อนวินโดวส์ไปที่ละ 1 ตำแหน่งนั่นเอง

ตารางที่ 3-3 ตัวอย่างการเก็บข้อมูลเพื่อใช้ในการตัดสินใจว่าปกติหรือผิดปกติ

Hour.	t-2	t-1	t	t+1	t+2	Avg.
1	1.42	1.20	1.57	1.79	1.30	1.46
2	1.28	1.64	1.87	1.38	2.61	1.75
3	1.64	1.87	1.38	2.61	1.94	1.89

โดยที่นำข้อมูลโมเดลที่ต้องการวิเคราะห์ไปเปรียบเทียบกับชั่วโมงเดียวกันและสองชั่วโมงก่อนหน้าและหลังของกิจกรรมที่ถูกกำหนดให้เป็นปกติ ดังนั้นผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์จึงมีทั้งหมด 5 ค่าและได้หาค่าเฉลี่ยของทั้ง 5 ค่านี้รวมผลทั้งหมดจึงมี 6 ค่าเพื่อใช้เป็นข้อมูลในการวิเคราะห์ต่อไป แสดงการเก็บค่าในตารางที่ 3-3 แสดงตัวอย่างเพียง 3 ค่า โดยเก็บเป็นลำดับคือ ชั่วโมงแรกคือช่วงเวลาระหว่าง 00.01-1.00 นาฬิกาและชั่วโมงที่ 2 คือช่วงเวลาระหว่าง 1.01-2.00 นาฬิกา หลังจากใช้วิธีการที่กล่าวมาทั้งหมดทำให้เราพบคุณลักษณะเพื่อแยกแยะความแตกต่างระหว่างปกติและผิดปกติ

3.6 การหาว่าความผิดปกติเกิดขึ้นที่ห้องใด

3.6.1 แนวคิดการหาว่าความผิดปกติเกิดขึ้นที่ห้องใด

จากภาพประกอบที่ 3-11 แสดงให้เห็นว่า โมเดลได้แบ่งออกเป็นห้องต่างๆ ซึ่งในโมเดลที่เราได้นำเสนอ สามารถหาได้ว่ามีความผิดปกติเกิดขึ้นจากห้องใด หลังจากการวิเคราะห์ตามวิธีการที่ได้นำเสนอในหัวข้อที่ผ่านมา โมเดลนี้สามารถทำได้โดยการหาค่า RMSE ในแต่ละห้องทั้งหมด 5 ช่วงเวลา คือ 2 ช่วงเวลาก่อนและหลังและเวลาเดียวกัน ซึ่งหากการทำกิจกรรมจากห้องหนึ่งไปยังอีกห้องหนึ่งมีค่ามาก จึงสรุปได้ว่าห้องนั้นอาจจะมีความผิดปกติเกิดขึ้น โดยในแต่ละห้องจะมีการทำกิจกรรมเป็นกิจกรรมต่างๆตามที่ได้กล่าวมาข้างต้น ตามภาพประกอบที่ 3-11 แสดงตำแหน่งของห้องซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงจากห้องหนึ่งไปยังห้องหนึ่งอธิบายได้ดังนี้

1. การทำกิจกรรมในห้องครัว
2. การทำกิจกรรมจากห้องครัวไปยังห้องนอน
3. การทำกิจกรรมจากห้องครัวไปยังห้องทำงาน
4. การทำกิจกรรมจากห้องครัวไปยังห้องนั่งเล่น
5. การทำกิจกรรมจากห้องนอนไปยังห้องครัว
6. การทำกิจกรรมในห้องนอน
7. การทำกิจกรรมจากห้องนอนไปยังห้องทำงาน

8. การทำกิจกรรมจากห้องนอนไปยังห้องนั่งเล่น
9. การทำกิจกรรมจากห้องทำงานไปยังห้องครัว
10. การทำกิจกรรมจากห้องทำงานไปยังห้องนอน
11. การทำกิจกรรมในห้องทำงาน
12. การทำกิจกรรมจากห้องทำงานไปยังห้องนั่งเล่น
13. การทำกิจกรรมจากห้องนั่งเล่นไปยังห้องครัว
14. การทำกิจกรรมจากห้องนั่งเล่นไปยังห้องนอน
15. การทำกิจกรรมจากห้องนั่งเล่นไปยังห้องทำงาน
16. การทำกิจกรรมในห้องนั่งเล่น



ภาพประกอบที่ 3-11 เมทริกซ์โมเดลแบ่งเป็นห้องต่างๆ

บทที่ 4

ผลการทดลอง

ผลการทดลองในงานวิจัยนี้ เราได้นำเสนอเป็น 2 ส่วนหลัก คือ (1) ผลการวิเคราะห์หา กิจกรรมในชีวิตประจำวัน โดยใช้ชุดข้อมูลทดสอบเป็นภาพวิดีโอจากกล้อง Kinect (2) ผลจากการ ตัดสินใจแยกแยะกิจกรรมที่ผิดปกติ โดยใช้ข้อมูลกิจกรรมประจำวันปกติและข้อมูลเดียวกันที่ได้เพิ่ม กิจกรรมรบกวนเป็นร้อยละ 10 25 35 และ 50 ตามลำดับ

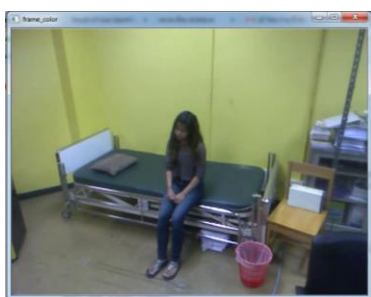
4.1 ผลการทดลองการวิเคราะห์หากิจกรรมในชีวิตประจำวันด้วยกฎ

4.1.1 สมมุติฐาน

โดยหลังจากได้รับผลลัพธ์ท่าทางที่แน่นอนจากการรู้จำท่าทางซึ่งค่อนข้างมีความถูกต้องสูง ร่วมกับการนับเฟรมเพื่อให้ได้ท่าทางที่เสถียรและแน่นอนก่อนที่จะนำไปใช้ในการวิเคราะห์กิจกรรม โดยการใช้กฎ ซึ่งพิจารณาท่าทางร่วมกับวัตถุรอบตัวและห้องจะทำให้ได้กิจกรรมที่มีความถูกต้อง พอสมควร แต่อาจจะมีผลผิดพลาดบ้าง เนื่องจากการวัดระยะของวัตถุกับตัวบุคคลจะมีความถูกต้องมากขึ้นอยู่กับมุมมองที่ใช้ด้วย

4.1.2 การเตรียมภาพสำหรับการรู้จำกิจกรรม

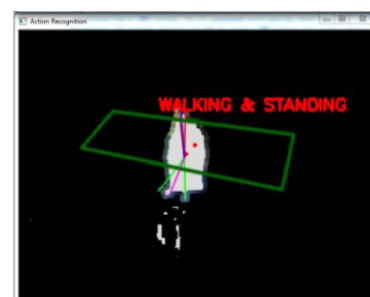
ในงานวิจัยนี้ได้ใช้ภาพสีและภาพความลึกที่ได้บันทึกไว้เป็นไฟล์ในแต่ละห้องเพื่อนำใช้ในการ รู้จำท่าทาง โดยที่ประยุกต์ใช้โปรแกรมการรู้จำท่าทางของ P. Chawalitsitikul และคณะ โดยมีการ เพิ่มการกำหนดวัตถุหลักๆภายในห้องเพิ่มเติม โดยสร้างกรอบของวัตถุจากจุด 4 จุดที่ได้กำหนดด้วย ตนเอง



(ก) ภาพสี



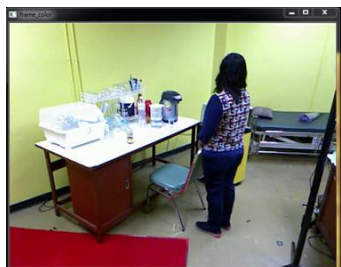
(ข) ภาพความลึก



(ค) ภาพการกำหนดวัตถุ

ภาพประกอบที่ 4-1 ตัวอย่างภาพที่ใช้ในการรู้จำในห้องนอน

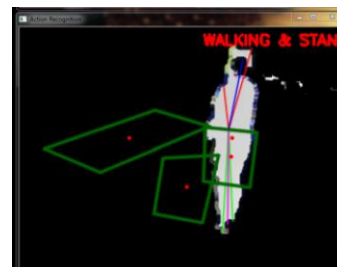
ก่อนการเริ่มโปรแกรม หลังจากได้ทำทางในแต่ละเฟรมแล้ว เพื่อเพิ่มความน่าเชื่อถือของท่าทาง ภาพประกอบที่ 4-1 ถึง 4-5 แสดงตัวอย่างภาพที่สี่ ภาพความลึกและภาพการกำหนดวัตถุในแต่ละห้อง



(ก) ภาพสี่

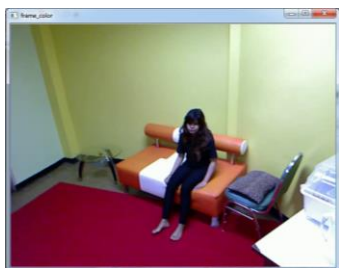


(ข) ภาพความลึก



(ค) ภาพการกำหนดวัตถุ

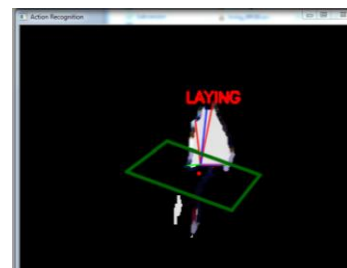
ภาพประกอบที่ 4-2 ตัวอย่างภาพที่ใช้ในการรู้จำในห้องครัว



(ก) ภาพสี่

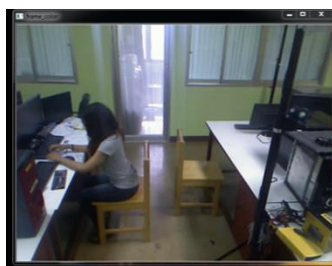


(ข) ภาพความลึก

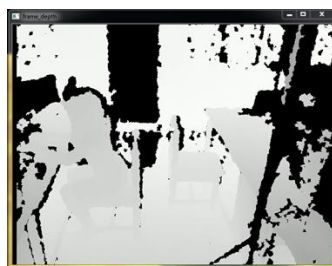


(ค) ภาพการกำหนดวัตถุ

ภาพประกอบที่ 4-3 ตัวอย่างภาพที่ใช้ในการรู้จำในห้องนั่งเล่น



(ก) ภาพสี่



(ข) ภาพความลึก



(ค) ภาพการกำหนดวัตถุ

ภาพประกอบที่ 4-4 ตัวอย่างภาพที่ใช้ในการรู้จำในห้องทำงาน

ผู้วิจัยได้ทำการทดลองบนคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล CPU Intel Core i5 4590 3.30 GHz พัฒนาโดยใช้ OpenCV library สำหรับฟังก์ชันทั่วไปของ Computer vision และใช้ CLNUI library สำหรับการรับภาพสีและภาพความลึกจากกล้อง Kinect ซึ่งเป็นระบบที่ทำงานประมวลผลแบบเรียลไทม์ โดยชุดข้อมูลที่ใช้ในการทดสอบเราได้สร้างจากการจำลองห้องทั้ง 4 ห้องภายใน



(ก) ห้องทำงาน



(ข) ห้องนั่งเล่น



(ค) ห้องครัว



(ง) ห้องนอน

ภาพประกอบที่ 4-5 ตัวอย่างการจำลองห้องที่ใช้ในการทดสอบ

ห้องปฏิบัติการ คือ ห้องนอน ห้องนั่งเล่น ห้องครัวและห้องทำงาน แสดงตัวอย่างห้องที่ได้จัดขึ้นในภาพประกอบที่ 4-5 โดยทั้งหมดเป็นมุมมองทางด้านข้างที่สามารถใช้หาท่าทางได้ดี ซึ่งความสูงและมุมของกล้องไม่เท่ากันในแต่ละห้องเนื่องจากข้อจำกัดของพื้นที่แต่เราได้พยายามหาระยะที่การวิเคราะห์ท่าทางมีประสิทธิภาพมากที่สุด ในการทดลองนี้เราใช้บุคคลทั้งหมด 5 คนในการแสดงแต่ละกิจกรรมซึ่งแต่ละคนมีการแต่งกายที่แตกต่างกัน ทั้งหมด 12 กิจกรรมในห้องต่างๆ

4.1.3 ผลการทดลอง

ตารางที่ 4-1 แสดงผลจากการทดลอง พบว่าในห้องรับแขกมีความถูกต้องมากกว่าห้องอื่น ซึ่งถูกต้องมากถึงร้อยละ 98.04 ในขณะที่ห้องทำงานถูกต้องเพียงร้อยละ 70.87 ซึ่งเราคาดว่าจำนวนวัตถุมากขึ้นทำให้ความถูกต้องลดลง

ตารางที่ 4-1 ความถูกต้องในการหากิจกรรมด้วยวิธีการที่นำเสนอ

Rooms	Activities	Accuracies (%)	Average (%)
Living room	Walking	94.11	98.04
	Laying on sofa	100.00	
	Sitting on sofa	100.00	
Kitchen	Walking	66.66	71.05
	Using refrigerator	52.63	
	Cooking	93.87	
Working room	Walking	75.00	70.87
	Working	72.22	
	Using computer	65.38	
Bedroom	Walking	66.66	76.19
	Sleeping	100.00	
	Sitting on bed	61.90	
			79.03

ส่วนกิจกรรมที่เกิดจากการตัดสินใจโดยใช้ท่าทางการนอนเป็นส่วนหนึ่งมีความถูกต้องมากกว่ากิจกรรมอื่นๆด้วย การใช้ตู้เย็นมีความถูกต้องต่ำที่สุดเพียงร้อยละ 52.63 หลังจากตรวจสอบพบว่าเทคนิคที่ได้นำเสนออาจจะขาดความแม่นยำในการวัดระยะทางในพื้นที่สามมิติหรือการกำหนดตำแหน่งของวัตถุไว้ล่วงหน้า

4.1.4 สรุปผลการทดลอง

ในการทดลองนี้เราได้ประยุกต์ใช้การวิเคราะห์ท่าทางที่นำเสนอโดย P. Chawalitsitikul และคณะ [4] เพื่อใช้ร่วมกันวัตถุที่ใกล้เคียง เป็นข้อมูลในการใช้กฎเพื่อวิเคราะห์หากิจกรรม ในการทดลองนี้จะเห็นได้ว่าความถูกต้องของการวิเคราะห์กิจกรรมขึ้นอยู่กับท่าทางที่ถูกต้องซึ่งท่าทางการนอนมีความถูกต้องร้อยละ 90.90 ทำให้กิจกรรมที่ใช้ท่าทางนี้มีความถูกต้องสูงตามมาด้วย และมุมมองที่ติดตั้งมีผลอย่างมากในการวิเคราะห์ท่าทางและการหากิจกรรม รวมถึงหากมีวัตถุในห้องที่ใช้ร่วมกันในการวิเคราะห์และมีความใกล้เคียงกันมากจะทำให้เกิดการตัดสินใจที่ผิดพลาดได้ง่าย เนื่องจากการวัดระยะทางระหว่างบุคคลและวัตถุอาจจะผิดพลาดได้

4.2 ผลการทดลองการตัดสินใจแยกแยะกิจกรรมที่ผิดปกติ

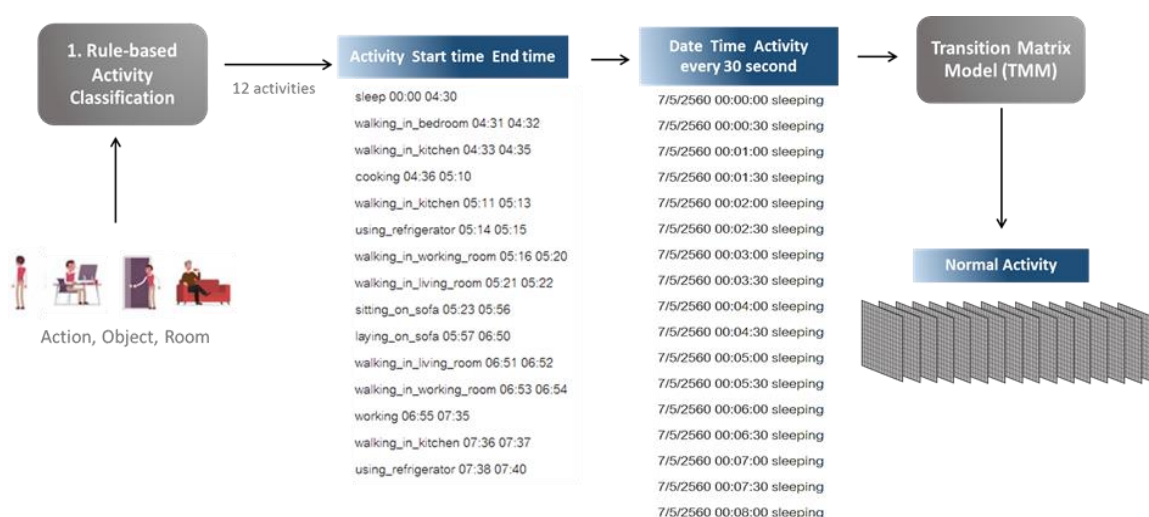
4.2.1 สมมุติฐาน

ในการแยกแยะกิจกรรมที่ผิดปกติในการทดลองนี้เราได้พยายามสร้างโมเดลที่มีความยืดหยุ่นสำหรับการทำกิจกรรมที่ไม่เป็นลำดับ โดยที่เราพยายามใช้ความสัมพันธ์ของกิจกรรมแทนการใช้ลำดับและได้ประยุกต์ใช้การหาค่าความผิดพลาดของข้อมูล(Error) เพื่อเป็นต้นแบบในการหาความผิดปกติต่อไป ซึ่งเราคิดว่าวิธีการที่นำเสนอจะสามารถหาความผิดปกติของกิจกรรมและมีความยืดหยุ่นในการทำกิจกรรมในแต่ละวันและวิธีการนี้สามารถเป็นต้นแบบ เพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในการหากิจกรรมที่ผิดปกติต่อไป

4.2.2 การสร้างชุดข้อมูลทดสอบ

(1) วิธีการสร้างลำดับของกิจกรรมในแต่ละวันเพื่อใช้ในการทดลอง

ภาพประกอบที่ 4-6 ได้แสดงแผนผังการดำเนินงานวิจัยและการสร้างลำดับกิจกรรมแต่ละวันเราได้สร้างลำดับของกิจกรรม โดยการสร้างชุดข้อมูลเพื่อทำการทดสอบนั้นได้ทำขึ้นหลังจากการรู้จักกิจกรรมโดยการใช้กฎ (Rule-based Activity Classification) เพื่อนำไปใช้ในการโมเดล มีวิธีในการสร้างโดยการสมมุติการทำกิจกรรมในแต่ละช่วงเวลาขึ้นแสดงในภาพประกอบที่ 4-7 (ก) ซึ่งประกอบด้วย กิจกรรมและเวลาเริ่มต้นถึงเวลาสิ้นสุด หลังจากนั้นจึงสร้าง 1 กิจกรรมเป็นทุกๆ 30 วินาทีแสดงในภาพประกอบที่ 4-7 (ข) เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการทดสอบทั้งหมด 10 ข้อมูลที่มีการทำกิจกรรมแตกต่างกัน ซึ่งในการสร้างลำดับนี้บางครั้งมีการข้ามบางช่วงเวลาไปเช่นการเว้น 1 นาทีในการเดินระหว่างห้อง เป็นต้น



ภาพประกอบที่ 4-6 แผนผังการดำเนินงานวิจัยและการสร้างลำดับกิจกรรมในแต่ละวัน

(2) การเพิ่มกิจกรรมรบกวนในลำดับกิจกรรมในแต่ละวัน

ในขั้นตอนนี้ได้แสดงในแผนผังดังภาพประกอบที่ 4-8 ในส่วนที่เป็นรูปวงกลมหลังจากได้สร้างกิจกรรมทุกๆ 30 วินาทีตลอด 24 ชั่วโมงใน 1 วัน ตามลำดับกิจกรรมในแต่ละช่วงเวลาแล้ว หลังจากนั้นเราได้เปลี่ยนบางกิจกรรมเป็นกิจกรรมรบกวนเพื่อใช้ในการทดสอบก่อนที่จะเข้าสู่การสร้างโมเดลซึ่งได้แทรกกิจกรรมรบกวนเป็นร้อยละ ได้แก่ 10 25 35 50 ของจำนวนกิจกรรมทั้งหมด ด้วยวิธีการสุ่มหาตำแหน่งที่ต้องการเปลี่ยนจำนวนกิจกรรมที่เปลี่ยนขึ้นกับจำนวนร้อยละของกิจกรรมรบกวนที่ต้องการ

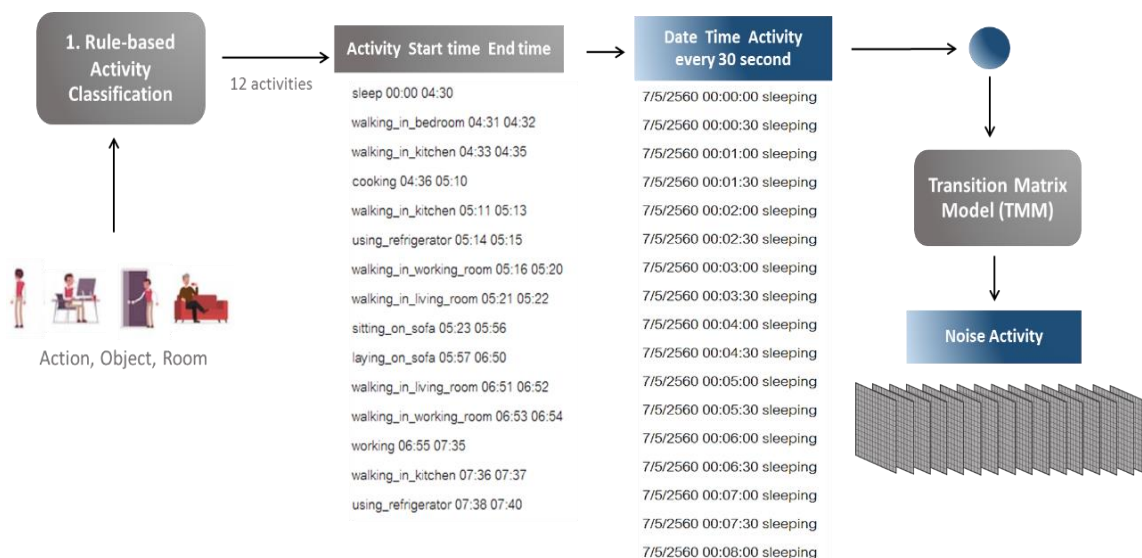
sleep 00:00 07:30	walking_in_home 09:58 10:03	7/5/2560 00:00:00 sleeping
sitting_on_bed 07:31 07:38	walking_in_kitchen 10:03 10:04	7/5/2560 00:00:30 sleeping
walking_in_bedroom 07:39 07:40	walking_in_living_room 10:05 10:06	7/5/2560 00:01:00 sleeping
walking_in_living_room 07:41 07:42	laying_on_sofa 10:06 10:20	7/5/2560 00:01:30 sleeping
sitting_on_sofa 07:43 07:50	walking_in_living_room 10:21 10:22	7/5/2560 00:02:00 sleeping
walking_in_living_room 07:51 07:52	walking_in_bedroom 10:23 10:24	7/5/2560 00:02:30 sleeping
cooking 07:53 08:20	sleep 10:25 11:46	7/5/2560 00:03:00 sleeping
using_refrigerator 08:21 08:23	walking_in_bedroom 11:47 11:48	7/5/2560 00:03:30 sleeping
walking_in_kitchen 08:24 08:25	walking_in_kitchen 11:49 11:50	7/5/2560 00:04:00 sleeping
walking_in_living_room 08:26 08:27	using_refrigerator 11:51 11:53	7/5/2560 00:04:30 sleeping
sitting_on_sofa 08:28 08:40	walking_in_kitchen 11:54 11:55	7/5/2560 00:05:00 sleeping
walking_in_working_room 08:41 08:42	walking_in_living_room 11:56 11:57	7/5/2560 00:05:30 sleeping
working 08:43 09:02	sitting_on_sofa 11:58 12:25	7/5/2560 00:06:00 sleeping
walking_in_working_room 09:03 09:05	walking_in_living_room 12:26 12:27	7/5/2560 00:06:30 sleeping
walking_in_kitchen 09:06 09:07	walking_in_kitchen 12:28 12:29	7/5/2560 00:07:00 sleeping
using_refrigerator 09:07 09:09	using_refrigerator 12:30 12:31	7/5/2560 00:07:30 sleeping
walking_in_living_room 09:10 09:13	walking_in_kitchen 12:32 12:33	7/5/2560 00:08:00 sleeping
sitting_on_sofa 09:14 09:55	walking_in_bedroom 12:34 12:35	7/5/2560 00:08:00 sleeping

(ก) ตัวอย่างลำดับกิจกรรมที่สร้างขึ้นในแต่ละช่วงเวลา

(ข) ตัวอย่างกิจกรรมที่สร้างขึ้นทุกๆ 30 วินาที

ภาพประกอบที่ 4-7 ตัวอย่างการสร้างลำดับกิจกรรมในแต่ละวัน

ภาพประกอบที่ 4-9 ได้อธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับการเพิ่มกิจกรรมรบกวน โดยขยายขั้นตอนจากวงกลมในภาพประกอบที่ 4-8 โดยที่หลังจากได้ตำแหน่งที่ต้องการเปลี่ยนจึงทำการเปลี่ยนเป็นกิจกรรมอื่นๆ ซึ่งเป็นกิจกรรมที่ทำอยู่ในห้องเดียวกันกับกิจกรรมก่อนหน้าตำแหน่งนั้น ซึ่งผลจากการสุ่มตำแหน่งของการเปลี่ยนกิจกรรมทำให้กิจกรรมรบกวนในแต่ละเวลามีการกระจายมากน้อยไม่เท่ากันดังแสดงในภาพประกอบที่ 4-10



ภาพประกอบที่ 4-8 แผนผังการดำเนินงานวิจัยและการเพิ่มกิจกรรมรบกวน (1)



ภาพประกอบที่ 4-9 แผนผังการดำเนินงานวิจัยและการเพิ่มกิจกรรมรบกวน (2)

7/5/2560 00:25:30 sleeping	7/5/2560 00:34:00 sleeping
7/5/2560 00:26:00 walking_in_bedroom	7/5/2560 00:34:30 sleeping
7/5/2560 00:26:30 walking_in_bedroom	7/5/2560 00:35:00 sitting_on_bed
7/5/2560 00:27:00 sitting_on_bed	7/5/2560 00:35:30 sleeping
7/5/2560 00:27:30 sleeping	7/5/2560 00:36:00 sleeping
7/5/2560 00:28:00 sleeping	7/5/2560 00:36:30 sleeping
7/5/2560 00:28:30 walking_in_bedroom	7/5/2560 00:37:00 sleeping
7/5/2560 00:29:00 sleeping	7/5/2560 00:37:30 sleeping
7/5/2560 00:29:30 sleeping	7/5/2560 00:38:00 sleeping
7/5/2560 00:30:00 walking_in_bedroom	7/5/2560 00:38:30 sleeping
7/5/2560 00:30:30 walking_in_bedroom	7/5/2560 00:39:00 sleeping
7/5/2560 00:31:00 sitting_on_bed	7/5/2560 00:39:30 sleeping
7/5/2560 00:31:30 sleeping	7/5/2560 00:40:00 sleeping
7/5/2560 00:32:00 sleeping	7/5/2560 00:40:30 sitting_on_bed
7/5/2560 00:32:30 sleeping	7/5/2560 00:41:00 sleeping
7/5/2560 00:33:00 sleeping	7/5/2560 00:41:30 sleeping
7/5/2560 00:33:30 sitting_on_bed	7/5/2560 00:42:00 sleeping

ภาพประกอบที่ 4-10 ตัวอย่างข้อมูลทดสอบหลังจากสร้างกิจกรรมรบกวนร้อยละ 50

4.2.3 ผลการทดลอง

1) ผลการทดลองเมื่อเพิ่มกิจกรรมรบกวน

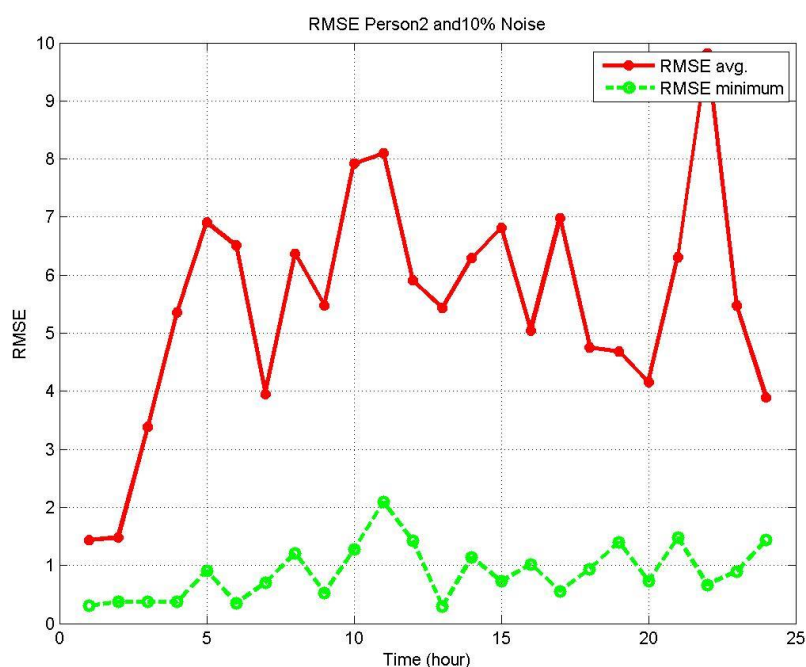
ในงานวิจัยของนี้ เราได้ใช้ข้อมูลของการทำกิจกรรมที่สร้างขึ้นเองและได้ทำการเพิ่มกิจกรรมรบกวนในแต่ละวันเป็นร้อยละ 10 25 35 และ 50 ตามลำดับ เพื่อใช้ในการทดสอบเพื่อดูความแตกต่างระหว่างการเพิ่มกิจกรรมรบกวนเพียงเล็กน้อยและกิจกรรมรบกวนที่สูงขึ้น ผลการทดลองที่นำเสนอนี้ เป็นการแสดงให้เห็นค่าที่ได้จากการใช้วิธีการที่นำเสนอ และนำไปใช้ในการวิเคราะห์แยกแยะพฤติกรรมที่ปกติและผิดปกติต่อไป

(1) สมมุติฐาน

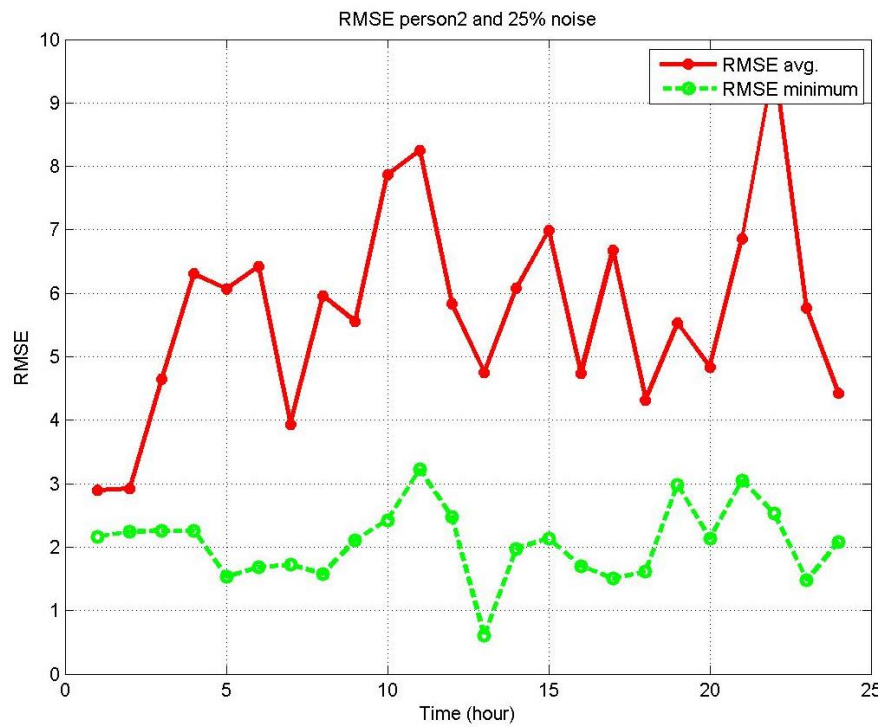
เราได้ตั้งสมมุติฐานสำหรับการทดลองนี้ว่าเมื่อมีกิจกรรมรบกวนเพียงเล็กน้อยซึ่งหากกิจกรรมรบกวนไม่เกินร้อยละ 25 เมื่อใช้วิธีการที่เรานำเสนอ ผลการทดลองค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย ในเวลาเดียวกันต้องมีค่าน้อยและเพิ่มมากขึ้นเมื่อมีกิจกรรมรบกวนมากขึ้นมากกว่าร้อยละ 25 และในค่าเฉลี่ยของเวลาเดียวกันและเวลาใกล้เคียงที่เราได้ทดสอบใน 2 ชั่วโมงก่อนหน้าและหลัง(RMSE avg.) อาจไม่สามารถระบุผลการทดลองที่แน่นอนได้ขึ้นอยู่กับกิจกรรมที่ทำนั้นมีความใกล้เคียงกันมากน้อยเพียงใด

(2) ผลการทดลอง

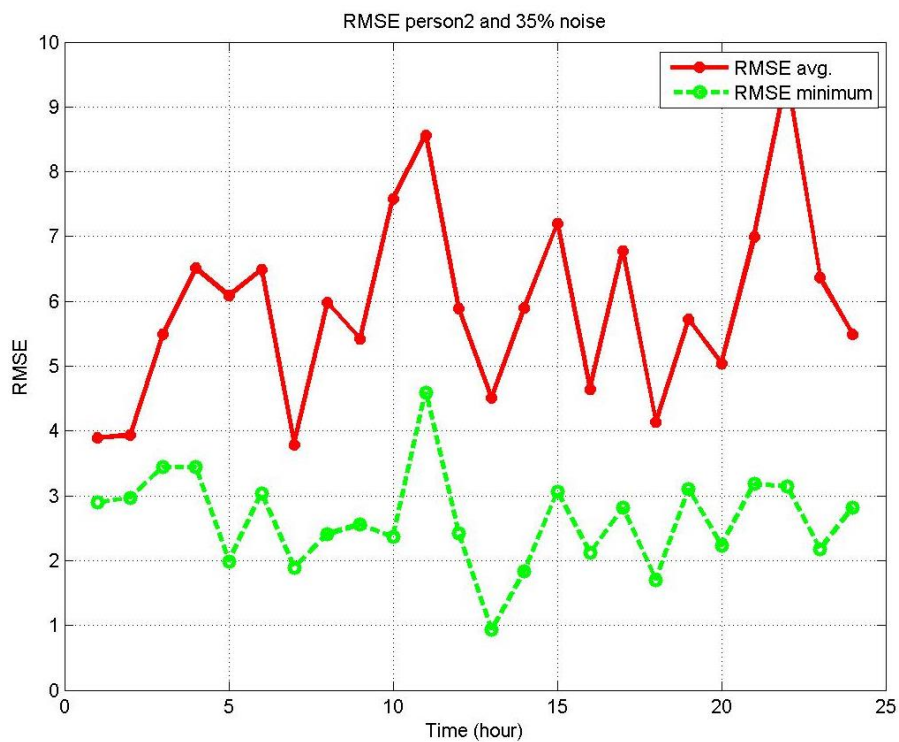
เราได้นำเสนอผลการทดลองเป็นลักษณะของกราฟเพื่อให้สามารถมองเห็นภาพรวมของผลลัพธ์ที่ได้อย่างชัดเจนขึ้น โดยที่แกน y คือ ค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยและแกน x คือ เวลาทั้งหมด 24 ชั่วโมง และเส้นกราฟของผลลัพธ์ที่น้อยที่สุดใน 5 ค่า (minimum) คือ 2 ชั่วโมงก่อนหน้าและหลัง ชั่วโมงเดียวกันแสดงในเส้นสีแดง และค่าเฉลี่ยของผลลัพธ์เวลาก่อนหน้าและหลังสองชั่วโมงและเวลานั้น (RMSE avg.) แสดงเส้นสีเขียว จะสังเกตได้ว่าเมื่อเพิ่มกิจกรรมรบกวนเพียงเล็กน้อยค่า RMSE ในเวลาเดียวกันไม่สูงมากนักมีค่าเพียง 2 เท่านั้นและค่าเฉลี่ย RMSE ใน 2 ชม. ก่อนและหลังไม่เสถียรเนื่องจากบางชั่วโมงนั้นมีการทำกิจกรรมที่แตกต่างกันมากทำให้ในช่วงเวลาค่าสูงถึง 10 ตามแสดงในภาพประกอบที่ 4-11 หลังจากได้ทดสอบเพิ่มกิจกรรมรบกวนมากขึ้นค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยก็เพิ่มขึ้นด้วย ซึ่งในเวลาเดียวกันตามเส้นสีแดงในกราฟนั้นมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อมีการเพิ่มกิจกรรมรบกวนมากกว่าร้อยละ 35 มีบางค่ามีค่ามากกว่า 4 ได้แสดงในภาพประกอบที่ 4-12 ถึง 4-14 ซึ่งนั่นหมายถึงมีความแตกต่างของข้อมูลมากกว่าเวลาอื่นๆ เมื่อมีการเพิ่มกิจกรรมรบกวนมากขึ้นร้อยละ 50 พบว่าในบางช่วงเวลานั้นค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย มีการเพิ่มสูงมากกว่า 4 มากขึ้น แต่บางค่าก็ยังคงน้อยกว่า 4 ซึ่งอาจมีผลเนื่องมาจากการสุ่มเพิ่มกิจกรรมรบกวนที่ไม่สม่ำเสมอในแต่ละช่วงเวลา



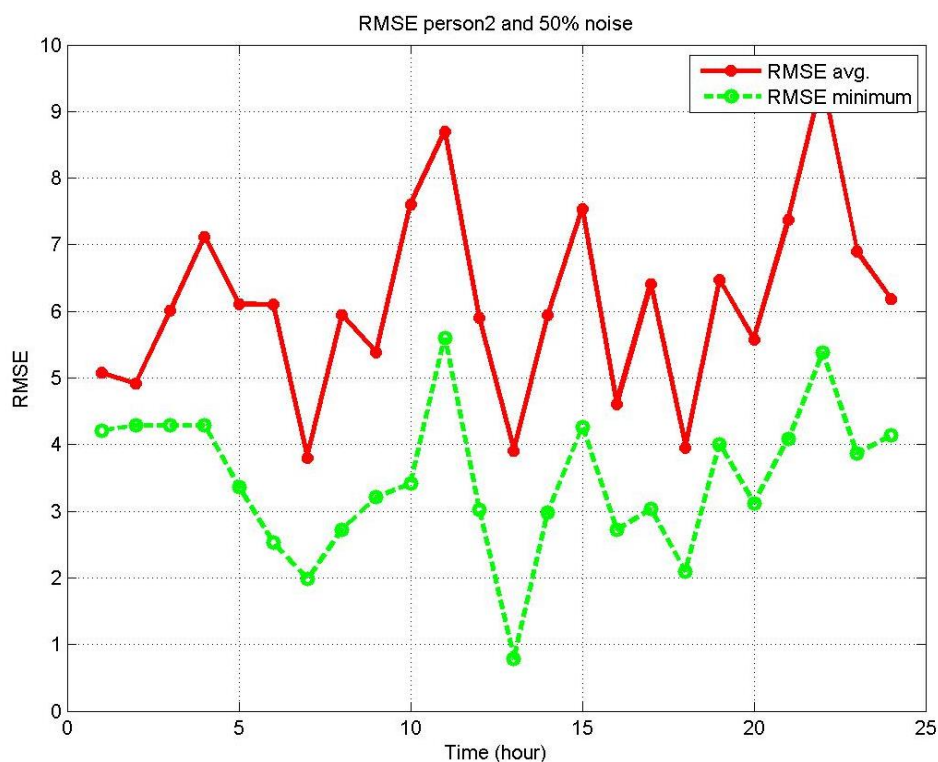
ภาพประกอบที่ 4-11 ตัวอย่างผลการทดลองจากชุดข้อมูลปกติและชุดข้อมูลเดียวกันที่มีกิจกรรมรบกวนร้อยละ 10



ภาพประกอบที่ 4-12 ตัวอย่างผลการทดลองจากชุดข้อมูลปกติและชุดข้อมูลเดียวกันที่มีกิจกรรม
รบกวนร้อยละ 25



ภาพประกอบที่ 4-13 ตัวอย่างผลการทดลองจากชุดข้อมูลปกติและชุดข้อมูลเดียวกันที่มีกิจกรรม
รบกวนร้อยละ 35



ภาพประกอบที่ 4-14 ตัวอย่างผลการทดลองจากชุดข้อมูลปกติและชุดข้อมูลเดียวกันที่มีกิจกรรมรบกวนร้อยละ 50

(3) สรุปผลการทดลอง

เราได้สร้างชุดข้อมูลเพื่อใช้ในการทดลอง ภายใต้สมมติฐานหากชุดข้อมูลที่มีกิจกรรมรบกวนไม่เกินร้อยละ 50 เมื่อผ่านกระบวนการเพื่อแยกแยะกิจกรรมที่ผิดปกติ ผลลัพธ์จะต้องได้บอกว่าเป็นการทำกิจกรรมเดียวกันซึ่งจากกราฟดังที่แสดงในผลการทดลองจะเห็นได้ว่า เมื่อมีกิจกรรมรบกวนเพียงเล็กน้อย ค่า RMSE minimum จะไม่เกิน 4 และเมื่อเพิ่มร้อยละของกิจกรรมรบกวนโดยส่วนใหญ่ก็ยังคงไม่เกิน 4 ส่วนค่า RMSE avg. นั้นไม่เสถียร จึงทำให้เราคิดว่าค่า RMSE minimum = 4 สามารถใช้ในการแยกกิจกรรมที่ปกติและผิดปกติออกจากกันได้ แต่อย่างไรก็ตามเรายังมีการทดสอบในการทดลองในหัวข้อต่อไป

2) ผลการทดลองหาค่าที่เหมาะสมเพื่อใช้แยกแยะกิจกรรมที่ปกติและผิดปกติ

หลังจากเราได้ทดสอบตามวิธีการที่ได้นำเสนอก่อนหน้านี้และได้พิจารณาเห็นค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยที่คิดว่าสามารถใช้แยกแยะความแตกต่างของพฤติกรรมที่ปกติและผิดปกติออกจากกัน โดยการเพิ่มกิจกรรมรบกวนในกิจกรรมที่เป็นปกติและเข้าสู่กระบวนการดังกล่าว พบว่ามีค่าที่มีความสัมพันธ์ในการใช้แยกแยะสิ่งที่ปกติและผิดปกติ โดยผู้วิจัยได้พิจารณาทั้งหมด 3 ค่าของค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย คือ (1) ค่าในเวลาเดียวกัน (t) (2)

ค่าเฉลี่ยของเวลานั้นรวมกับเวลาก่อนหน้าและหลัง 2 ชั่วโมง (avg.) (3) ค่าที่น้อยที่สุดของเวลานั้น และเวลาก่อนหน้าและหลัง 2 ชั่วโมง (minimum) เพื่อให้ได้ค่าที่ดีที่สุดเราได้ทดลองหาค่าเทรชโฮลที่เหมาะสมเพื่อใช้ในการแยกแยะพฤติกรรมที่ปกติหรือผิดปกติ โดยการหาความถูกต้องที่สมเหตุสมผล เมื่อมีการทดสอบเปลี่ยนแปลงค่าเทรชโฮล

(1) สมมุติฐาน

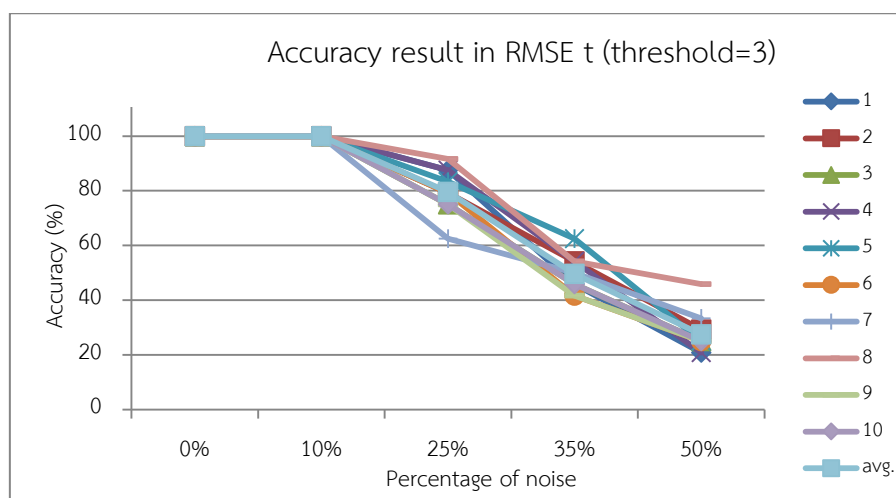
ในการทดลองหาค่าเทรชโฮลที่เหมาะสมเพื่อใช้ในการแยกแยะกิจกรรมที่ปกติและผิดปกติ ออกจากกัน เราได้ตั้งสมมุติฐานว่า กิจกรรมที่ปกติและกิจกรรมที่ได้เพิ่มกิจกรรมรบกวนน้อยกว่าหรือเท่ากับร้อยละ 50 นั้น ถือว่าเป็นกิจกรรมเดียวกันหรือเรียกได้ว่าเป็นการทำกิจกรรมที่ปกติ นั้น หมายถึงวิธีการที่ใช้ควรที่จะมีการตัดสินใจว่าเป็นกิจกรรมที่ปกติเสมอ

(2) ผลการทดลอง

ในการทดลองนี้เราได้ใช้ชุดข้อมูลทั้งหมด 10 ชุดข้อมูลและพิจารณา 3 ค่าที่ได้กล่าวไว้ข้างต้น เพื่อนำมาใช้เป็นเทรชโฮล ซึ่งผลการทดลองได้นำเสนอเป็นกราฟข้อมูลค่าความถูกต้องจากการใช้เทรชโฮลนั้นๆ แกน x คือร้อยละของกิจกรรมรบกวนและแกน y คือร้อยละความถูกต้อง โดยแบ่งเป็น 3 กลุ่มตามค่าเทรชโฮล คือ

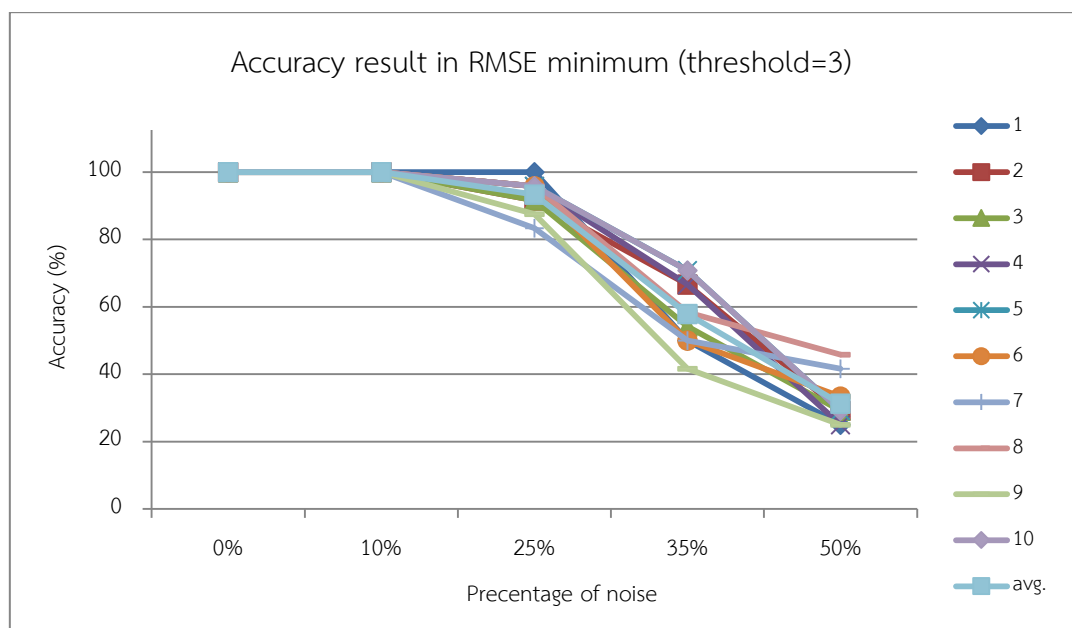
1. เทรชโฮลเท่ากับ 3

เมื่อเราได้กำหนดค่าเทรชโฮลให้เท่ากับ 3 จะเห็นได้ว่า RMSE ในเวลาเดียวกัน (RMSE t) แสดงในภาพประกอบที่ 4-15 และ RMSE ที่น้อยที่สุด (RMSE min) แสดงในภาพประกอบที่ 4-16 เมื่อกิจกรรมรบกวนเพิ่มมากขึ้นความถูกต้องก็จะลดลง มีความแตกต่างกันเล็กน้อยที่ร้อยละ 25 ใน RMSE ที่น้อยที่สุดที่มีความถูกต้องมากกว่า RMSE ในเวลาเดียวกันจะเห็นได้ว่าค่าความถูกต้องของ ร้อยละ 35 และร้อยละ 50 จากกราฟมีค่าใกล้เคียงกันที่ประมาณร้อยละ 20-40 ดังภาพประกอบที่ 4-6 และ 4-7

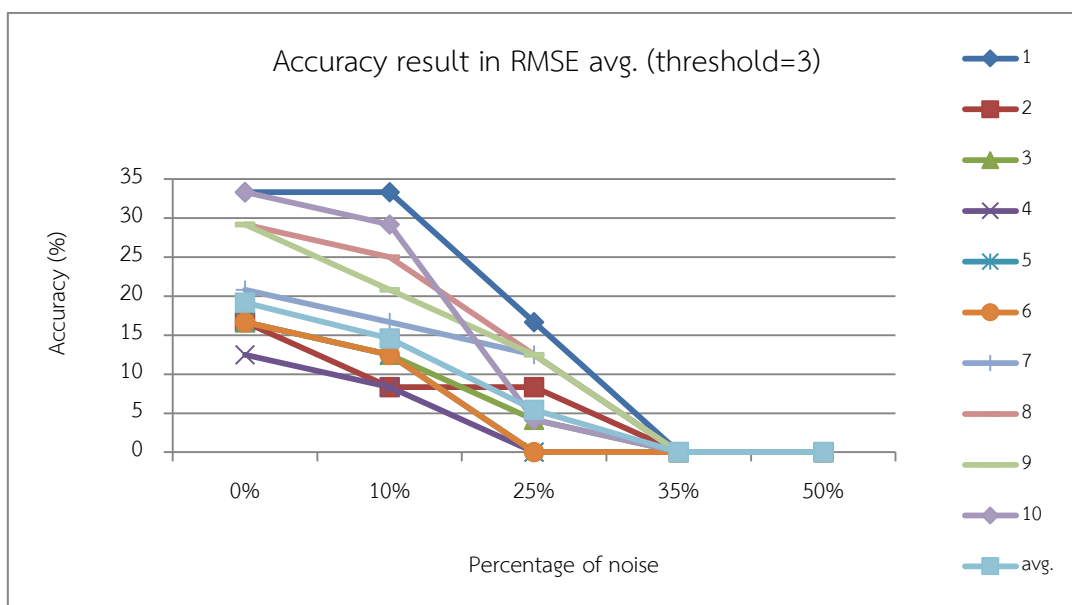


ภาพประกอบที่ 4-15 กราฟความถูกต้องในเวลาเดียวกันเมื่อกำหนดค่าเทรชโฮลเท่ากับ 3

ความถูกต้องเมื่อใช้ค่า RMSE เฉลี่ย (RMSE avg.) ที่เทรชโฮลเท่ากับ 3, 4 และ 5 แสดงในภาพประกอบที่ 17, 20 และ 23 ตามลำดับ มีความแตกต่างกัน ไม่มีความแน่นอนและเมื่อได้เพิ่มกิจกรรมรบกวนมากขึ้น มีค่าความถูกต้องเท่ากับ 0 ดังแสดงในภาพประกอบที่ 4-17 ซึ่งไม่เหมาะสมที่จะนำค่านี้ใช้เนื่องจากเมื่อมีกิจกรรมรบกวนไม่เกินร้อยละ 50 วิธีการของเราควรจะมีค่าความถูกต้องมากกว่านี้เมื่อมีกิจกรรมรบกวนเพียงเล็กน้อยและในแต่ละชุดข้อมูลควรจะไปทิศทางเดียวกัน



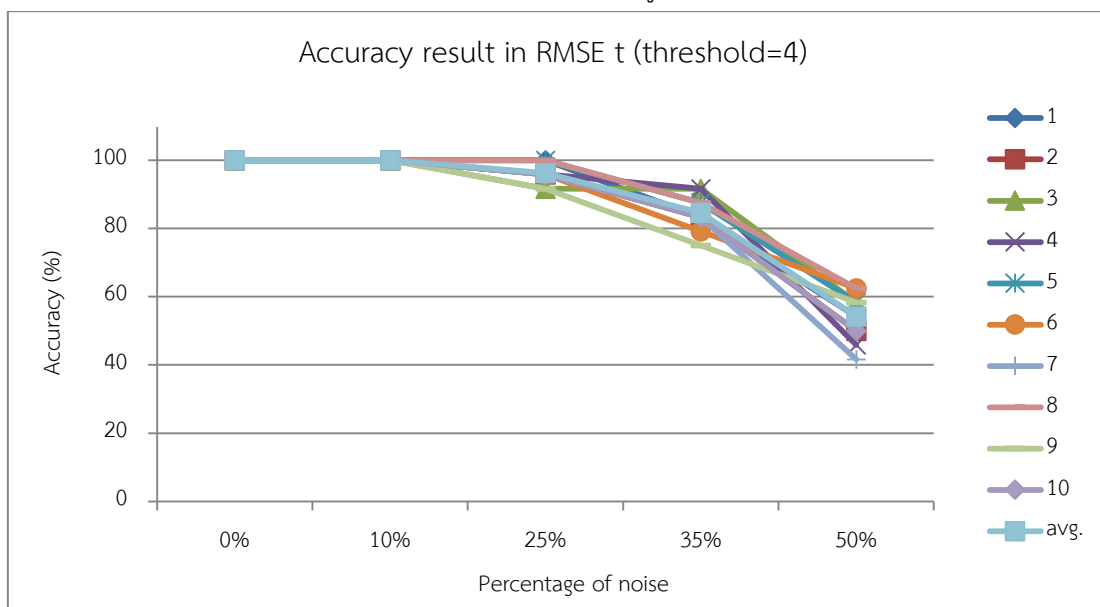
ภาพประกอบที่ 4-16 กราฟความถูกต้องของข้อมูลที่มีค่าน้อยที่สุดเมื่อค่าเทรชโฮลเท่ากับ 3



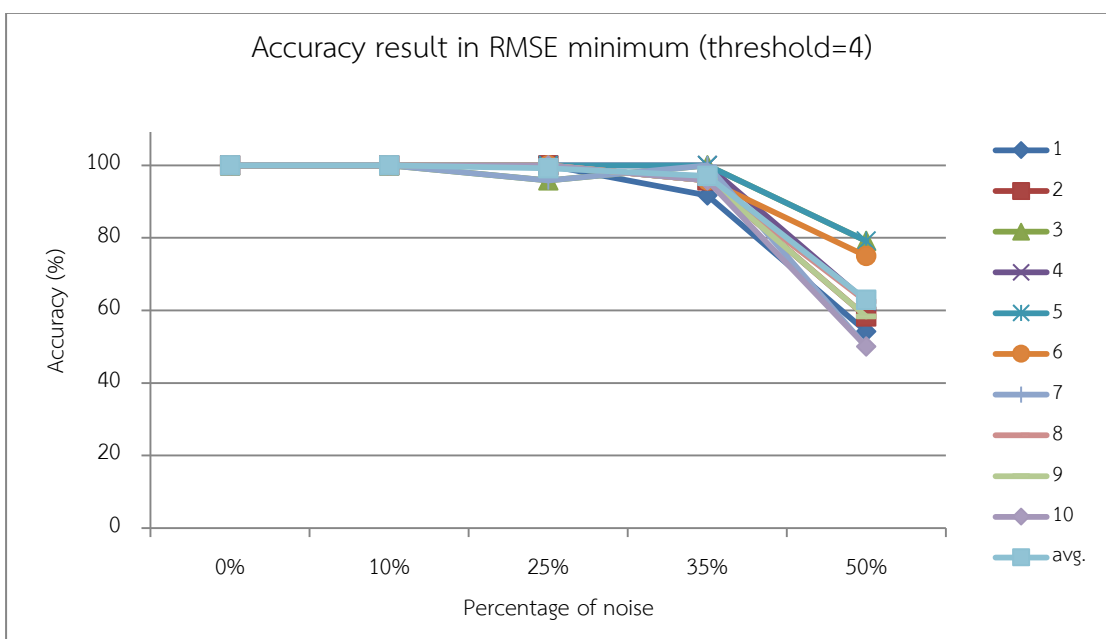
ภาพประกอบที่ 4-17 กราฟความถูกต้องในค่าเฉลี่ยเมื่อกำหนดค่าเทรชโฮลเท่ากับ 3

2. เทรชโฮลเท่ากับ 4

เมื่อใช้ค่าเทรชโฮลเท่ากับ 4 จะเห็นได้ว่า RMSE t เมื่อเปรียบเทียบกับเทรชโฮลเท่ากับ 3 เมื่อมีกิจกรรมรบกวนเพียงร้อยละ 0-10 ความถูกต้องเป็น 100 เปอร์เซ็นต์เหมือนกัน แต่เมื่อกิจกรรมรบกวนร้อยละ 25 เมื่อเทรชโฮลเท่ากับ 4 จะมีความถูกต้องมากกว่าเทรชโฮลเท่ากับ 3 และค่อยลดลงตามลำดับจนถึงที่กิจกรรมรบกวนร้อยละ 50 มีความถูกต้องเฉลี่ยประมาณ 54 %

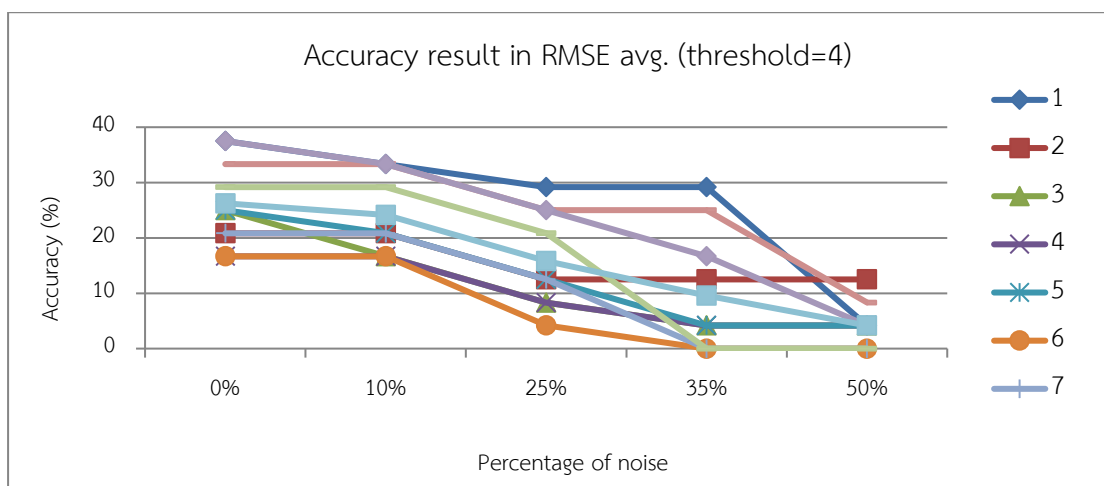


ภาพประกอบที่ 4-18 กราฟความถูกต้องในเวลาเดียวกันเมื่อกำหนดค่าเทรชโฮลเท่ากับ 4



ภาพประกอบที่ 4-19 กราฟความถูกต้องของข้อมูลที่มีค่าน้อยที่สุดเมื่อค่าเทรชโฮลเท่ากับ 4

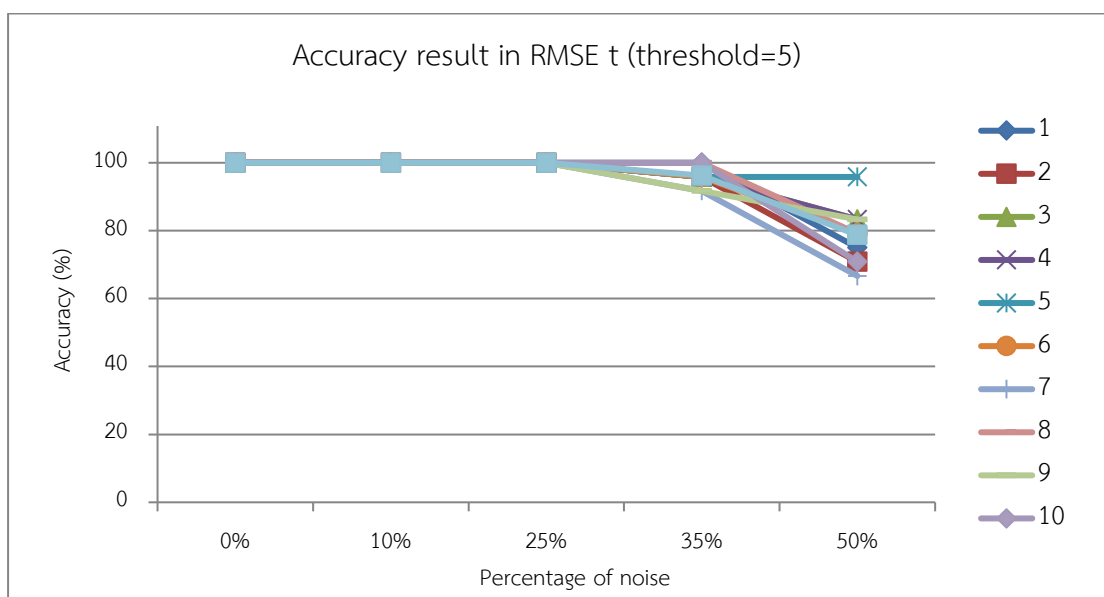
ในส่วนของ RMSE minimum เมื่อเทรชโวลเท่ากับ 4 เมื่อเปรียบเทียบกับเทรชโวลเท่ากับ 3 จะเห็นได้ว่า เมื่อเทรชโวลเท่ากับ 4 ที่กิจกรรมรบกวนร้อยละ 0- 35 มีความถูกต้อง 100 เปอร์เซ็นต์และลดลงเหลือประมาณ 60 เปอร์เซ็นต์เมื่อกิจกรรมรบกวนร้อยละ 50 แสดงในภาพประกอบที่ 4-19



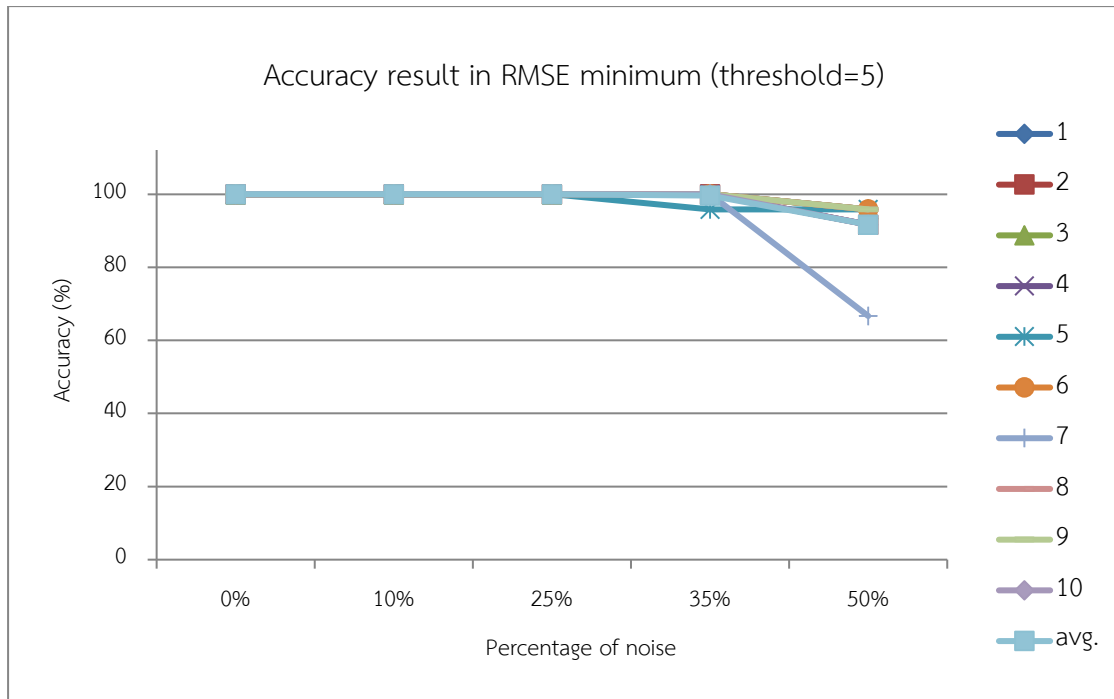
ภาพประกอบที่ 4-20 กราฟความถูกต้องในค่าเฉลี่ยเมื่อกำหนดค่าเทรชโวลเท่ากับ 4

3. เทรชโวลเท่ากับ 5

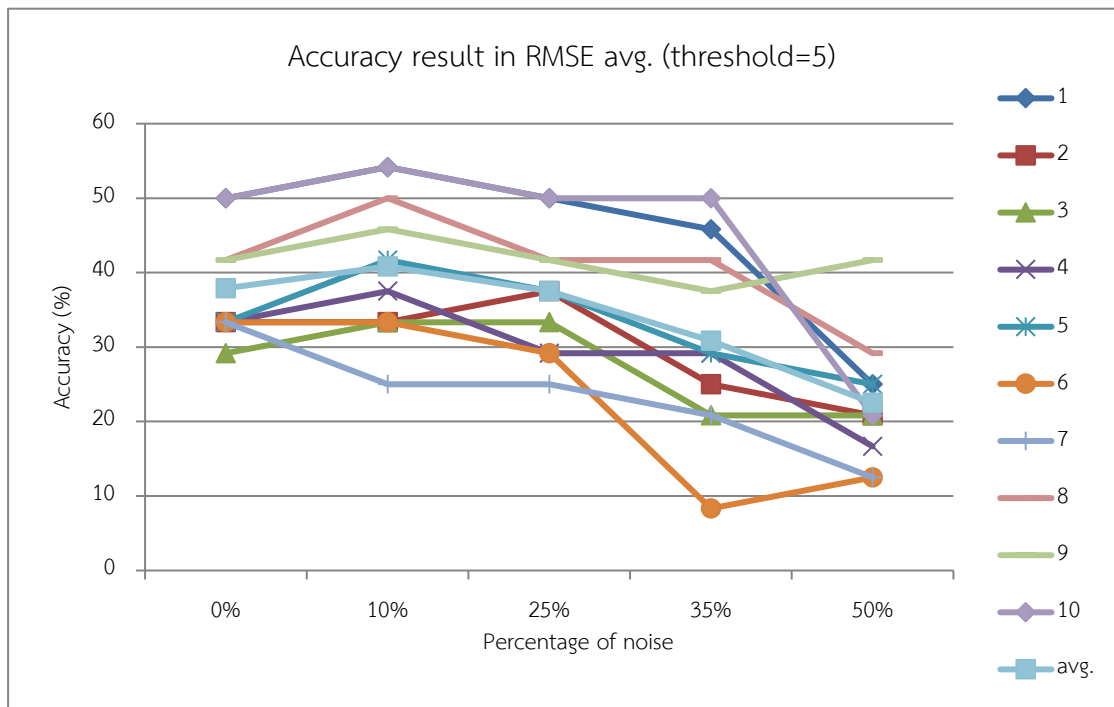
เมื่อค่าเทรชโวลเพิ่มขึ้นเท่ากับ 5 จะเห็นได้ว่า ความถูกต้องเมื่อใช้ RMSE t เมื่อมีกิจกรรมรบกวนร้อยละ 0-25 มีความถูกต้องประมาณ 100 เปอร์เซ็นต์และลดลงตามลำดับเมื่อกิจกรรมรบกวนเท่ากับ 35-50 เปอร์เซ็นต์



ภาพประกอบที่ 4-21 กราฟความถูกต้องในเวลาเดียวกันเมื่อกำหนดค่าเทรชโวลเท่ากับ 5



ภาพประกอบที่ 4-22 กราฟความถูกต้องของค่า RMSE ที่มีค่าน้อยที่สุดเมื่อค่าเทรชโฮลเท่ากับ 5



ภาพประกอบที่ 4-23 กราฟความถูกต้องของค่าเฉลี่ยของ RMSE เมื่อค่าเทรชโฮลเท่ากับ 5

ตารางที่ 4-2 ค่าความถูกต้องเมื่อใช้เทรชโฮลที่แตกต่างกันของ RMSE avg. และ RMSE min.

Threshold	RMSE avg.					RMSE min.				
	0	10	15	35	50	0	10	15	35	50
T=3	19.17	14.58	5.42	0	0	100	100	93.33	57.92	31.25
T=4	26.25	24.17	15.83	9.59	4.17	100	100	99.17	97.08	62.92
T=5	37.91	40.83	37.50	30.83	22.50	100	100	100	99.58	91.67

จะเห็นได้ว่าค่าเทรชโฮลใน RMSE min. เมื่อเท่ากับ 4 และ 5 เป็นค่าที่เหมาะสมเนื่องจากเมื่อมีการเพิ่มกิจกรรมรบกวนค่าความถูกต้องในการวิเคราะห์ว่าเป็นกิจกรรมที่ปกติหรือผิดปกติลดลงเรื่อยๆ ด้วย แสดงผลค่าความถูกต้องเมื่อใช้เทรชโฮลเท่ากับ 4 ในตารางที่ 4-3 จะเห็นได้ว่าเมื่อกิจกรรมรบกวนเพิ่มมากขึ้นค่าความถูกต้องลดลงตามลำดับ

(3) สรุปผลการทดลอง

หลังจากเราได้ทดลองใช้วิธีการที่นำเสนอด้วยการใช้ข้อมูลของกิจกรรมปกติเปรียบเทียบกับกิจกรรมที่มีกิจกรรมรบกวน ทำให้เราได้ค่าเทรชโฮลเพื่อใช้แยกแยะระหว่างกิจกรรมที่ปกติและกิจกรรมที่ผิดปกติโดยเราได้เลือกเทรชโฮลเท่ากับ 4 และ 5 มาเพื่อใช้ในการทดลองต่อไป ตารางที่ 4-2 แสดงผลค่าความถูกต้องของการทดลองนี้ โดยที่การเก็บค่าความถูกต้องนั้น ได้เปรียบเทียบเป็นชั่วโมงต่อชั่วโมงหมายถึง ถ้ามีความถูกต้อง 100 เปอร์เซ็นต์คือ แต่ละชั่วโมงใน 24 ชั่วโมงวิธีการที่นำเสนอได้ค่าที่ถูกต้องทั้งหมด ซึ่งในการทดลองที่มีกิจกรรมรบกวนน้อยๆวิธีการของเราสามารถบอกได้ว่าเป็นกิจกรรมเดียวกัน แต่เมื่อมีสิ่งรบกวนเพิ่มมากขึ้นค่าความถูกต้องลดลงด้วย

ตารางที่ 4-3 ความถูกต้องผลการทดลองเมื่อใช้ค่าเทรชโฮลเท่ากับ 4

ชุดข้อมูลที่	ร้อยละของกิจกรรมรบกวน				
	10	25	35	50	ค่าเฉลี่ย
1	100	100	91.67	54.17	86.46
2	100	100	95.83	58.33	88.54
3	100	95.83	100	79.17	93.75
4	100	100	100	62.5	90.63
5	100	100	100	79.17	94.79

ชุดข้อมูลที่	ร้อยละของกิจกรรมรบกวน				
	10	25	35	50	ค่าเฉลี่ย
6	100	100	95.83	75	92.71
7	100	95.83	100	50	86.46
8	100	100	95.83	62.5	89.58
9	100	100	100	58.33	89.58
10	100	100	95.83	50	86.46
ค่าเฉลี่ย	100	99.166	97.499	62.917	89.9

3) ผลการทดลองการตัดสินใจหากิจกรรมที่ปกติและผิดปกติ

จากผลการทดลองที่ผ่านมา ผู้วิจัยเลือกใช้ค่าเทรซโอสของค่าที่น้อยที่สุด (RMSE min) ในการแยกแยะระหว่างปกติและผิดปกติ ผลการทดลองที่ได้ในหัวข้อนี้ มาจากการใช้ค่าเทรซโอสดังกล่าวกับชุดข้อมูลที่แตกต่างกันทั้งหมด 10 ชุดข้อมูล ที่บางช่วงเวลามีการทำกิจกรรมที่เหมือนกันและบางช่วงเวลามีการทำกิจกรรมที่แตกต่างกัน

(1) สมมุติฐาน

ในการทดลองนี้ผู้วิจัยได้ใช้ชุดข้อมูลที่มีการทำกิจกรรมที่แตกต่างกัน ดังนั้นสมมุติฐานของการทดลองนี้คือการตัดสินใจควรเป็นผิดปกติ เนื่องจากการทำกิจกรรมของคนละคนกัน

(2) ผลการทดลอง

ในการทดลองนี้ผู้วิจัยได้ทดลองโดยใช้ชุดข้อมูลที่แตกต่างกันในการทำกิจกรรมทั้งหมด 10 ชุดข้อมูล และทดสอบโดยใช้ค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยที่น้อยที่สุด (RMSE min.) และค่าเทรซโอสที่ต่างกันคือ 3, 4 และ 5 ซึ่งแสดงค่าความถูกต้องที่ได้ตามตารางที่ 4-4 โดยผลการทดลองได้ทดสอบในเบื้องต้นตามสมมุติฐานที่กล่าวมาข้างต้น โดยเมื่อเท่ากับ 0 หมายถึงใน 24 ชั่วโมงไม่มีการตัดสินใจว่าเป็นกิจกรรมที่ผิดปกติเลย

ตารางที่ 4-4 ค่าร้อยละการตัดสินใจว่าผิดปกติเมื่อใช้วิธีการที่นำเสนอด้วยค่าเทรซโอสที่ต่างกัน
ทดลองระหว่างชุดข้อมูลที่แตกต่างกัน 10 ชุดข้อมูล

person1	person2	RMSE min(T=3)	RMSE min(T=4)	RMSE min(T=5)
1	1	0	0	0
	2	50	37.5	16.67

person1	person2	RMSE min(T=3)	RMSE min(T=4)	RMSE min(T=5)
	3	50	37.5	16.67
	4	50	37.5	33.33
	5	50	37.5	16.67
	6	45.83	29.17	20.83
	7	50	41.67	12.5
	8	20.83	20.833	20.83
	9	41.67	25	25
	10	50	37.5	29.17
2	1	58.33	45.83	29.17
	2	0	0	0
	3	4.17	4.17	4.17
	4	41.67	37.5	16.67
	5	4.17	4.17	0
	6	58.33	58.33	33.33
	7	54.17	45.83	33.33
	8	54.17	45.83	37.5
	9	66.67	62.5	54.17
	10	45.83	37.5	25
3	1	50	37.5	16.67
	2	8.33	8.33	8.33
	3	0	0	0
	4	41.67	41.67	25
	5	12.5	12.5	8.33
	6	58.33	58.33	37.5
	7	54.17	45.83	29.17
	8	58.33	50	41.67
	9	66.67	62.5	54.17
	10	45.83	41.67	25
	1	66.67	45.83	37.5

person1	person2	RMSE min(T=3)	RMSE min(T=4)	RMSE min(T=5)
4	2	79.17	79.17	45.83
	3	37.50	33.33	29.17
	4	0	0	0
	5	41.67	37.50	25
	6	75	54.17	37.50
	7	58.33	37.50	20.83
	8	70.83	54.17	50
	9	70.83	62.50	50
	10	62.50	58.33	45.83
5	1	58.33	45.83	29.17
	2	4.17	4.17	4.17
	3	8.33	8.33	8.33
	4	45.83	41.67	16.67
	5	0	0	0
	6	58.33	58.33	33.33
	7	54.17	45.83	33.33
	8	54.17	45.83	37.50
	9	66.67	62.50	54.17
	10	45.83	37.50	20.83
6	1	54.17	41.67	33.33
	2	50	50	33.33
	3	50	50	33.33
	4	66.67	54.17	29.17
	5	50	50	33.33
	6	0	0	0
	7	50	41.67	20.83
	8	54.17	37.50	29.17
	9	58.33	50	25
	10	62.50	58.33	54.17

person1	person2	RMSE min(T=3)	RMSE min(T=4)	RMSE min(T=5)
7	1	62.50	54.17	37.50
	2	41.67	29.17	20.83
	3	41.67	29.17	16.67
	4	54.17	33.33	25
	5	41.67	29.17	20.83
	6	45.83	37.50	8.33
	7	0	0	0
	8	62.50	50	41.67
	9	58.33	54.17	33.33
	10	66.67	66.67	45.83
8	1	29.17	25	16.67
	2	50	37.50	25
	3	50	37.50	25
	4	58.33	45.83	33.33
	5	50	37.50	25
	6	50	41.67	20.83
	7	58.33	45.83	33.33
	8	0	0	0
	9	37.50	29.17	16.67
	10	54.17	41.67	20.83
9	1	50	37.50	33.33
	2	58.33	54.17	45.83
	3	58.33	54.17	45.83
	4	58.33	45.83	29.17
	5	58.33	54.17	45.83
	6	50	41.67	25
	7	54.17	50	33.33
	8	33.33	25	16.67
	9	0	0	0

person1	person2	RMSE min(T=3)	RMSE min(T=4)	RMSE min(T=5)
	10	50	45.83	20.83
10	1	50	37.50	29.17
	2	41.67	29.17	25
	3	41.67	29.17	20.83
	4	50	41.67	33.33
	5	41.67	29.17	20.83
	6	54.17	50	41.67
	7	54.17	54.17	37.50
	8	50	37.50	25
	9	45.83	41.67	29.17
	10	0	0	0

(3) สรุปผลการทดลอง

จากผลการทดลองเนื่องจากเราได้ใช้ชุดข้อมูลที่ทดสอบเป็นชุดข้อมูลที่ได้สร้างขึ้นเองซึ่งในบางเวลานั้นการทำกิจกรรมมีความเหมือนหรือใกล้เคียงกันบ้าง ทำให้ผลการทดลองของส่วนนี้มีความไม่เสถียรและอาจไม่สามารถสรุปได้แน่นอนว่าเป็นกิจกรรมที่ผิดปกติหรือไม่

4) ผลการทดลองเมื่อเปลี่ยนแปลงเวลาการประมวลผลของโมเดล

จากผลการทดลองในหัวข้อที่ผ่านมา เราได้ทดสอบโมเดลโดยใช้เทรซโฮลเท่ากับ 4 และประมวลผลทุกๆ 1 ชั่วโมง ในหัวข้อนี้เราได้ทดสอบหาเทรซโฮลที่เหมาะสมในช่วงเวลาต่างๆ คือ 15,30 และ 45 นาทีและ 2,4 ชั่วโมง ซึ่งค่าเทรซโฮลที่ได้มาจากการคำนวณโดยใช้ค่าเฉลี่ยของผล RMSE min. และได้เลือกใช้ค่าเฉลี่ยในชุดข้อมูลทดสอบที่มีกิจกรรมรบกวน ร้อยละ 50 ของทุกๆชุดข้อมูลทดสอบ โดยสุดท้ายแล้วได้ค่าเทรซโฮลที่นำมาใช้ ดังนี้ คือ 0.88 ในทุกๆ 15 นาที, 1.75 ในทุกๆ 30 นาที, 2.67 ในทุกๆ 45 นาที, 6.58 ในทุกๆ 2 ชั่วโมงและ 11.79 ในทุกๆ 4 ชั่วโมง ตารางที่ 4-5 ถึง 4-9 แสดงค่าเฉลี่ยของ RMSE min. ในแต่ละช่วงเวลา

ตารางที่ 4-5 ค่าเฉลี่ยของ RMSE min. ในโมเดลโดยประมวลผลทุกๆ 15 นาที

ชุดข้อมูลทดสอบ	ร้อยละกิจกรรมรบกวน			
	10%	25%	35%	50%
1	0.19	0.44	0.63	0.89
2	0.23	0.52	0.67	0.9
3	0.19	0.54	0.67	0.85
4	0.22	0.53	0.71	0.92
5	0.24	0.44	0.61	0.83
6	0.21	0.53	0.7	0.9
7	0.2	0.53	0.69	0.97
8	0.18	0.42	0.65	0.8
9	0.21	0.55	0.74	0.9
10	0.2	0.53	0.67	0.92
Avg.	0.207	0.503	0.674	0.888

ตารางที่ 4-6 ค่าเฉลี่ยของ RMSE min. ในโมเดลโดยประมวลผลทุกๆ 30 นาที

ชุดข้อมูลทดสอบ	ร้อยละกิจกรรมรบกวน			
	10%	25%	35%	50%
1	0.37	1	1.26	1.8
2	0.45	1	1.32	1.77
3	0.46	0.96	1.39	1.78
4	0.45	1.02	1.47	1.87
5	0.45	1.02	1.35	1.75
6	0.41	1	1.52	1.78
7	0.47	1.13	1.47	1.99
8	0.46	0.94	1.31	1.61
9	0.45	1.08	1.51	1.88
10	0.44	1.07	1.38	1.79
Avg.	0.44	1.02	1.4	1.802

ตารางที่ 4-7 ค่าเฉลี่ยของ RMSE min. ในโมเดลโดยประมวลผลทุกๆ 45 นาที

ชุดข้อมูลทดสอบ	ร้อยละกิจกรรมรบกวน			
	10%	25%	35%	50%
1	0.63	1.52	2.00	2.69
2	0.73	1.51	1.99	2.56
3	0.71	1.69	2.04	2.65
4	0.65	1.50	2.10	2.76
5	0.74	1.53	1.97	2.66
6	0.59	1.63	2.31	2.64
7	0.68	1.72	2.26	2.82
8	0.67	1.46	1.88	2.50
9	0.69	1.59	2.22	2.74
10	0.73	1.63	2.16	2.67
Avg.	0.682	1.578	2.093	2.669

ตารางที่ 4-8 ค่าเฉลี่ยของ RMSE min. ในโมเดลโดยประมวลผลทุกๆ 2 ชั่วโมง

ชุดข้อมูลทดสอบ	ร้อยละกิจกรรมรบกวน			
	10%	25%	35%	50%
1	1.79	3.82	5.16	6.84
2	1.82	3.82	5.00	6.60
3	1.92	4.29	5.20	6.23
4	1.82	3.89	5.19	6.74
5	2.06	4.02	4.97	6.24
6	1.76	4.24	5.71	6.50
7	1.89	4.54	5.41	7.31
8	1.47	3.60	4.76	6.07
9	1.68	4.14	5.41	6.22

ชุดข้อมูลทดสอบ	ร้อยละกิจกรรมรบกวน			
	10%	25%	35%	50%
10	1.94	4.22	5.37	7.02
Avg.	1.815	4.058	5.218	6.577

ตารางที่ 4-9 ค่าเฉลี่ยของ RMSE min. ในโมเดลโดยประมวลผลทุกๆ 4 ชั่วโมง

ชุดข้อมูลทดสอบ	ร้อยละกิจกรรมรบกวน			
	10%	25%	35%	50%
1	3.1	7.1	9.3	13.08
2	3.3	6.7	8.63	11.27
3	3.2	7.22	8.91	11.06
4	3.2	6.89	9.33	11.9
5	3.36	6.8	8.39	10.7
6	3.51	7.98	10.5	12.26
7	3.5	7.9	10.36	13.07
8	3.26	6.61	8.5	11.17
9	3.09	6.77	9.28	10.47
10	3.73	7.78	9.72	12.91
Avg.	3.325	7.175	9.292	11.789

(1) สมมุติฐาน

เมื่อทำการเปลี่ยนแปลงช่วงเวลาในการประมวลผลและทำการหาค่าเทรซโฮลที่เหมาะสมแล้ว จะได้ค่าความถูกต้องที่สมเหตุสมผลและสามารถนำค่าเทรซโฮลและวิธีการหาค่าเทรซโฮลนี้ไปใช้จริงได้ ซึ่งการนำ RMSE min. ในชุดข้อมูลทดสอบที่มีกิจกรรมรบกวนร้อยละ 50 สามารถทำให้ได้ผลการทดสอบที่สมเหตุสมผล

(2) ผลการทดลอง

ผลการทดลองได้แบ่งตามเวลา ตารางที่ 4-10 แสดงค่าความถูกต้องเมื่อใช้เทรซโฮลเท่ากับ 0.88 และประมวลผลทุกๆ 15 นาที ซึ่งแสดงให้เห็นว่าเมื่อมีกิจกรรมรบกวนน้อย (10,25%) ค่าความถูกต้องมีค่าเฉลี่ยมากเกือบถึง 100 เปอร์เซ็นต์และเมื่อมีกิจกรรมรบกวนเท่ากับร้อยละ 50 หรือครึ่งหนึ่งค่าความถูกต้องลดลงด้วย มีค่าความถูกต้องประมาณร้อยละ 50 และในเวลาอื่นๆแสดงใน

ตารางที่ 4-11 ถึง 4-14 ซึ่งได้ค่าเฉลี่ยความถูกต้องที่มีกิจกรรมรบกวนร้อยละ 50 ประมาณร้อยละ 50 เช่นกัน

ตารางที่ 4-10 ค่าความถูกต้องเมื่อใช้เทรซโฮลเท่ากับ 0.88 และประมวลผลทุกๆ 15 นาที

ชุดข้อมูลทดสอบ	ร้อยละกิจกรรมรบกวน			
	10%	25%	35%	50%
1	98.33	95	73.33	43.33
2	100	91.67	68.33	43.33
3	100	88.33	76.67	51.67
4	98.33	90	76.67	50
5	100	91.67	85	55
6	100	90	53.33	71.67
7	98.33	95	80	45
8	100	95	76.67	56.67
9	100	86.67	70	45
10	96.67	90	78.33	45
Avg.	99.166	91.334	73.833	50.667

ตารางที่ 4-11 ค่าความถูกต้องเมื่อใช้เทรซโฮลเท่ากับ 1.75 และประมวลผลทุกๆ 30 นาที

ชุดข้อมูลทดสอบ	ร้อยละกิจกรรมรบกวน			
	10%	25%	35%	50%
1	100	100	79.16	37.5
2	100	97.91	83.33	43.75
3	100	95.83	75	45.83
4	100	93.75	77.08	50
5	100	93.75	77.08	50
6	100	91.67	62.5	43.75
7	97.91	91.67	75	35.41
8	100	91.67	89.58	56.25

ชุดข้อมูลทดสอบ	ร้อยละกิจกรรมรบกวน			
	10%	25%	35%	50%
9	100	87.5	64.58	39.58
10	100	93.75	70.83	43.75
Avg.	99.791	93.75	75.414	44.582

ตารางที่ 4-12 ค่าความถูกต้องเมื่อใช้เทรซโซลเท่ากับ 2.67 และประมวลผลทุกๆ 45 นาที

ชุดข้อมูลทดสอบ	ร้อยละกิจกรรมรบกวน			
	10%	25%	35%	50%
1	100	100	84.37	46.87
2	100	100	87.5	59.37
3	100	90.62	84.37	62.5
4	100	100	87.5	40.62
5	100	93.75	81.25	46.87
6	100	96.87	75	53.12
7	100	93.75	78.12	46.87
8	100	96.87	87.5	53.12
9	100	100	75	46.87
10	100	100	84.37	43.75
Avg.	100	97.186	82.498	49.996

ตารางที่ 4-13 ค่าความถูกต้องเมื่อใช้เทรซโซลเท่ากับ 6.58 และประมวลผลทุกๆ 2 ชั่วโมง

ชุดข้อมูลทดสอบ	ร้อยละกิจกรรมรบกวน			
	10%	25%	35%	50%
1	100	100	66.67	58.33
2	100	100	75	41.67
3	100	91.67	75	58.33
4	100	100	75	58.33
5	100	100	83.33	50

ชุดข้อมูลทดสอบ	ร้อยละกิจกรรมรบกวน			
	10%	25%	35%	50%
6	100	100	66.67	66.67
7	100	100	66.67	50
8	100	100	75	66.67
9	100	100	75	75
10	100	100	83.33	50
Avg.	100	99.167	74.167	57.5

ตารางที่ 4-14 ค่าความถูกต้องเมื่อใช้เทรซโฮลเท่ากับ 11.79 และประมวลผลทุกๆ 4 ชั่วโมง

ชุดข้อมูลทดสอบ	ร้อยละกิจกรรมรบกวน			
	10%	25%	35%	50%
1	100	83.33	83.33	50
2	100	83.33	83.33	66.67
3	100	83.33	83.33	66.67
4	100	100	83.33	66.67
5	100	83.33	83.33	83.33
6	100	100	50	33.33
7	100	100	83.33	50
8	100	100	83.33	66.67
9	100	100	83.33	83.33
10	100	83.33	83.33	33.33
Avg.	100	91.665	79.997	60

(3) สรุปผลการทดลอง

จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าเมื่อใช้ค่าเทรซโฮลที่เหมาะสมตามเวลาที่ได้กำหนด ทำให้ได้ค่าความถูกต้องที่สมเหตุสมผลสามารถนำค่านี้ไปใช้ต่อไป และโมเดลนี้สามารถที่จะปรับปรุงเวลาที่ใช้ในการประมวลผล โดยการคำนวณหาค่าเทรซโฮลด้วยวิธีดังกล่าวข้างต้น

4.2.4 สรุปผลการทดลอง

ในการทดลองตัดสินใจแยกแยะกิจกรรมที่ผิดปกตินั้น เราได้สร้างโมเดลซึ่งเราได้มุ่งเน้นไปที่ความยืดหยุ่นในการแยกแยะความผิดปกติของการทำกิจกรรมในแต่ละช่วง โดยสร้างโมเดลที่เก็บความสัมพันธ์ของกิจกรรมในแต่ละช่วงเวลานั้นๆ และในการแยกแยะนั้นเราได้ใช้การเปรียบเทียบโดยใช้ค่าราคาที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย ในการเปรียบเทียบโมเดลที่ได้กำหนดขึ้นให้เป็นกิจกรรมที่ปกติและกิจกรรมที่เข้ามาใหม่ที่ได้เพิ่มกิจกรรมรบกวนเป็นร้อยละเพื่อหาความแตกต่าง ซึ่งทำให้ได้คุณลักษณะเพื่อใช้ในการแยกแยะกิจกรรมที่ปกติและผิดปกติและได้ค่าความถูกต้องเฉลี่ยร้อยละ 87.1 และเราได้ใช้ค่านั้นมาใช้ในการทดลองต่อไปโดยใช้ทั้งหมด 10 ชุดข้อมูลทดสอบที่มีการทำกิจกรรมแตกต่างกันพบว่า ในการสร้างกิจกรรมของแต่ละบุคคลขึ้นมาเอง บางเวลานั้นมีการทำกิจกรรมที่ใกล้เคียงกันจึงทำให้ผลลัพธ์ที่ได้มาไม่ถูกต้องและไม่สามารถบอกความถูกต้องได้อย่างชัดเจน

4.4 สรุปและวิเคราะห์ผลการทดลอง

ในงานวิจัยนี้ได้พยายามหาวิธีในการแยกแยะกิจกรรมที่ผิดปกติจากการทำกิจกรรมที่ปกติในชีวิตประจำวันด้วยการใช้อุปกรณ์ที่ติดตั้งน้อยที่สุด โดยที่เลือกใช้เทคนิคการประมวลผลภาพซึ่งใช้ภาพจากกล้องในมุมข้างด้วยวิธีที่น่าเสนอโดย P. Chawalitsitikul และคณะ [4] มาประยุกต์ใช้กับ กฎที่ได้นำเสนอ เพื่อหากิจกรรม 12 กิจกรรมพื้นฐานในชีวิตประจำวันทั้ง 4 ห้อง ซึ่งการหากิจกรรมที่ทำในชีวิตประจำวันเป็นขั้นตอนแรกของงานวิจัยจากทั้งหมด 3 ขั้นตอน ซึ่งพบว่าในห้องรับแขกมีความถูกต้องสูงเฉลี่ยทั้ง 3 กิจกรรมร้อยละ 98.04 และห้องทำงานมีความถูกต้องเฉลี่ยน้อยที่สุดที่ร้อยละ 70.87 และกิจกรรมที่ถูกต้องน้อยที่สุดคือ การใช้ตู้เย็นในห้องครัวมีความถูกต้องเพียงร้อยละ 52.63 ซึ่งผู้วิจัยสันนิษฐานว่าความถูกต้องของการหากิจกรรมด้วยวิธีการนี้ขึ้นอยู่กับความถูกต้องของท่าทางซึ่งท่าทางการนอนมีความถูกต้องสูงทำให้กิจกรรมที่ใช้ท่าทางการนอนร่วมในการพิจารณา มีความถูกต้องสูงด้วย อีกหนึ่งปัจจัยที่มีผลต่อความถูกต้องคือ มุมกล้องและวัตถุที่อยู่ในห้องหากวัตถุมีจำนวนมากและมุมกล้องมีผลทำให้วัตถุทับซ้อนกันจะทำให้การวิเคราะห์หาระยะห่างระหว่างบุคคลและวัตถุผิดพลาดทำให้การวิเคราะห์ท่าทางผิดพลาดได้ หลังจากเราทำการวิเคราะห์กิจกรรมเราได้นำเสนอโมเดลการเก็บข้อมูลความสัมพันธ์ของกิจกรรมในรูปแบบของเมทริกซ์ทุกๆ ชั่วโมงใน 1 วันและกำหนดให้เป็นโมเดลที่ปกติเพื่อใช้ในการหาลักษณะบางอย่างในการตัดสินใจว่าเป็นกิจกรรมที่ปกติหรือผิดปกติโดยเราใช้การสร้างกิจกรรมใน 1 วันเป็นรายการการทำกิจกรรมทุกๆ 30 วินาทีและสุ่มเปลี่ยนกิจกรรมบางกิจกรรมหรือที่เราเรียกว่าการสร้างกิจกรรมรบกวน (Noise) ซึ่งในงานวิจัยนี้เราใช้ร้อยละของกิจกรรมรบกวนร้อยละ 10 25 35 และ 50 และได้นำเสนอวิธีในการแยกแยะกิจกรรมที่ผิดปกติ โดยเรามีสมมุติฐานที่ว่า หากใช้วิธีการนี้หากกิจกรรมรบกวนไม่เกินร้อยละ

50 วิธีการนี้ต้องบอกว่าเป็นการทำกิจกรรมเดียวกัน ซึ่งผลการทดลองทำให้เราได้ค่าเทรซโฮลเท่ากับ 4 และ 5 มาใช้และทดลองกับชุดข้อมูลที่แตกต่าง 10 ชุด แต่เนื่องจากการกำหนดกิจกรรมต่างๆด้วยตนเอง ทำให้ผลการทดลองออกมาแม่นยำไม่มากนัก

บทที่ 5

บทสรุป อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

ปัจจุบันแนวโน้มของจำนวนผู้สูงอายุในประเทศไทยเพิ่มสูงขึ้นเรื่อยๆ ทำให้มีการพัฒนาหลายๆเทคโนโลยีเพื่อช่วยในการดูแลผู้สูงอายุที่อาศัยอยู่ตามลำพัง งานวิจัยนี้ได้พัฒนาขึ้นเพื่อหาวิธีการในการแยกแยะความผิดปกติของพฤติกรรมในชีวิตประจำวัน โดยการหากิจกรรมในแต่ละวัน จากภาพวิดีโอใน 4 ห้องทั้งหมด 12 กิจกรรมตามที่ได้กล่าวมาข้างต้น เป็นกิจกรรมพื้นฐานที่จะนำมาใช้เพื่อหาพฤติกรรมที่ผิดปกติต่อไป ในขั้นตอนการหาพฤติกรรมที่ผิดปกติเราไม่ได้มุ่งเน้นไปยังกิจกรรมหรือท่าทางที่ทำให้เกิดความการบาดเจ็บ แต่งานวิจัยนี้เราได้มุ่งเน้นไปยังรูปแบบการทำกิจกรรมที่เปลี่ยนไป ซึ่งอาจจะนำมาซึ่งความผิดปกติในระยะยาว เช่นการเปลี่ยนแปลงเวลาการนอน การรับประทานอาหารและอื่นๆ เป็นต้น

5.1 สรุปผลการวิจัย

ในงานวิจัยนี้ได้วิจัยและพัฒนาวิธีการเพื่อเฝ้าระวังผู้สูงอายุที่อยู่อาศัยตามลำพัง โดยมุ่งเน้นไปยังการหาความผิดปกติของการทำกิจกรรมของผู้สูงอายุซึ่งสามารถบ่งบอกถึงความผิดปกติของสุขภาพในระยะยาวได้ โดยการศึกษา วิเคราะห์และพัฒนาโดยใช้ภาพวิดีโอด้วยการใช้กฎเพื่อตัดสินใจหา กิจกรรมจากท่าทางและวัตถุรอบข้างภายในบ้านและนำเสนอโมเดลซึ่งเป็นโมเดลความสัมพันธ์ในการ ทำกิจกรรมในแต่ละช่วงเวลา เพื่อนำมาใช้ในการวิเคราะห์ความผิดปกติ ในการแยกแยะกิจกรรมที่ผิดปกติและผิดปกติเราได้ประยุกต์ค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสอง เปรียบเทียบโมเดลที่เราได้กำหนดให้เป็นกิจกรรมที่ปกติในหนึ่งวันและโมเดลที่เข้ามาใหม่ใน 1 ชั่วโมง

โดยในการทดลองเราได้เริ่มต้นจากการสร้างกิจกรรมทุกๆ 30 วินาทีในหนึ่งวันและเก็บความสัมพันธ์ของกิจกรรมในโมเดลทุกๆ หนึ่งชั่วโมงและกำหนดให้กิจกรรมนั้นเป็นกิจกรรมที่ปกติ หลังจากนั้นได้ทำการเปลี่ยนบางกิจกรรมในหนึ่งวันเป็นกิจกรรมอื่นๆ ซึ่งเรียกว่าเป็นการสร้างกิจกรรมรบกวนในกิจกรรมที่ปกติ ร้อยละ 10 25 35 และ 50 ตามลำดับ ในทั้งหมด 10 ข้อมูลของบุคคล เพื่อใช้ในการทดสอบหาวิธีการเพื่อแยกแยะระหว่างกิจกรรมที่ปกติและผิดปกติซึ่งเราได้ประยุกต์ใช้ค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยในวิธีการนี้ ซึ่งทำให้เราได้ค่าเทรชโฮลที่คาดว่าเหมาะสม สำหรับการแยกแยะกิจกรรมที่ปกติและผิดปกติ หลังจากนั้นจึงนำค่านี้นมาทดสอบกับชุดข้อมูลที่แตกต่างกันทั้งหมด 10 ชุดข้อมูล

จากการทดลองที่ได้กล่าวมาข้างต้นได้แยกผลของการทดลองเป็น 3 ส่วน ส่วนแรก คือ ผลการทดลองจากการหากิจกรรมโดยที่ความถูกต้องของการทดลองนี้สังเกตเห็นว่าขึ้นอยู่กับความถูกต้องของท่าทางด้วย ซึ่งเมื่อความถูกต้องของท่าทางสูง กิจกรรมที่ได้ก็จะมีค่าความถูกต้องสูงด้วย

นอกจากนั้นจำนวนวัตถุภายในห้องก็มีผลต่อการวิเคราะห์หากิจกรรม เมื่อมีวัตถุในห้องจำนวนมากทำให้การวัดระยะจากบุคคลถึงวัตถุมีความผิดพลาดและส่งผลให้การวิเคราะห์ผิดพลาด ส่วนที่สองและสามคือการสร้างกิจกรรมในแต่ละวัน เพื่อหาวิธีในการแยกแยะความผิดปกติของการทำกิจกรรมนั้นพบว่าผลการทดลองไม่เสถียรนัก เนื่องจากกิจกรรมที่ได้สร้างขึ้นมีความคล้ายคลึงกันในบางเวลาด้วย

5.2 อภิปรายผล

สำหรับความถูกต้องของการวิเคราะห์หากิจกรรมเป็นที่น่าสนใจเมื่อกิจกรรมที่มีท่าทางการนอน คือ การนอนบนโซฟา การนอนบนเตียงมีความถูกต้องสูงถึง 100 เปอร์เซ็นต์ รวมถึงท่าการนั่งในห้องที่มีวัตถุเพียงเล็กน้อยร่วมในการวิเคราะห์ เช่น การนั่งบนโซฟาในห้องนอนก็มีความถูกต้องสูงถึง 100 เปอร์เซ็นต์เช่นกัน ซึ่งจะเห็นได้ว่าในห้องนั่งเล่นมีค่าเฉลี่ยความถูกต้องของแต่ละกิจกรรมสูงกว่าห้องอื่นๆถึง 98.04 เปอร์เซ็นต์ และในห้องทำงานซึ่งมีวัตถุร่วมในการวิเคราะห์หากิจกรรมมากกว่าห้องอื่นๆมีค่าเฉลี่ยความถูกต้องน้อยเพียง 70.87 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากท่าทางการใช้คอมพิวเตอร์ถูกต้องเพียง 65.38 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้มุมกล้องและการกำหนดค่าความลึกของวัตถุก็มีส่วนให้ความถูกต้องลดลง ซึ่งกิจกรรมที่มีความถูกต้องน้อยที่สุดคือการใช้ตู้เย็นในห้องครัว เนื่องจากมุมกล้อง เมื่อมองในแนวสองมิติ วัตถุที่วางค่อนข้างใกล้กันทำให้ยากในการตัดสินใจบุคคลกำลังทำกิจกรรมใดซึ่งมีความถูกต้องน้อยเพียง 52.63 เปอร์เซ็นต์ และในห้องนอนซึ่งมีวัตถุเพียงหนึ่งชิ้นแต่ผลความถูกต้องในการวิเคราะห์น้อยกว่าในท่าทางการเดินและการนั่ง ซึ่งผู้วิจัยคิดว่ามาจากมุมกล้องและแสงที่สะท้อนขอบเตียงทำให้การวิเคราะห์ท่าทางผิดพลาดส่งผลให้การวิเคราะห์กิจกรรมผิดพลาดด้วย

หลังจากได้วิเคราะห์กิจกรรม จึงได้ทำตามกระบวนการต่างๆที่ได้กล่าวมาก่อนหน้านี้และทำการหาเทรซโพลที่คิดว่าสามารถใช้ในการแยกแยะกิจกรรมที่ปกติและผิดปกติออกจากกันในระดับแรก เราทดสอบโดยใช้ข้อมูลที่เป็นปกติเปรียบเทียบกับข้อมูลนั้นแต่เปลี่ยนบางกิจกรรมร้อยละ 10, 25, 35 และ 50 ของกิจกรรมทั้งหมดและได้เลือกค่าเทรซโพลเท่ากับ 3, 4 และ 5 และพิจารณาในค่าเฉลี่ย (RMSE avg.) และค่าที่น้อยที่สุดของค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE min.) เพื่อนำมาพิจารณาต่อไปตามสมมุติฐานว่าวิธีการที่เราได้นำเสนอควรบอกว่าเป็นกิจกรรมที่ปกติทั้งหมดได้ผลการทดลองดังนี้คือใน RMSE avg. นั้นค่าความถูกต้องน้อย ไม่สามารถนำไปใช้ในการแยกแยะได้ RMSE min มีค่าที่น่าสนใจคือ เมื่อกิจกรรมที่มีกิจกรรมรบกวนมีค่าน้อยมีผลความถูกต้องสูงและเมื่อกิจกรรมที่มีกิจกรรมรบกวนเพิ่มขึ้นค่าความถูกต้องลดลง ซึ่งเมื่อค่าเทรซโพลเท่ากับ 4 และ 5 ใน กิจกรรมที่มีกิจกรรมรบกวน 50 เปอร์เซ็นต์จะมีความถูกต้อง 62.92 และ 91.67 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ซึ่งผู้วิจัยสันนิษฐานว่าค่าเทรซโพลเท่ากับ 4 และ 5 สามารถใช้ในการแยกแยะกิจกรรมที่ปกติและผิดปกติได้ โดยได้ทำการทดสอบสมมุติฐานนี้ในขั้นที่สองซึ่งทดสอบกับชุดข้อมูลที่มีการทำ

กิจกรรมที่แตกต่างกันทั้งหมด 10 ชุดข้อมูลพบว่าผลจากการทดลองเมื่อใช้เทรซโฮลเท่ากับ 5 มีความถูกต้องสูงกว่าเมื่อเทรซโฮลเท่ากับ 4 ทั้งหมด ในขณะที่เทรซโฮลเท่ากับ 3 และ 4 มีความถูกต้องที่ใกล้เคียงกันเป็นส่วนใหญ่ ผู้วิจัยคิดว่าการทดลองยังไม่สมบูรณ์นักเนื่องจากการทดสอบจากกิจกรรมที่ได้สร้างขึ้นเองและในบางครั้งมีการทำกิจกรรมที่คล้ายคลึงกันในบางเวลาด้วยทำให้บางบุคคลมีผลความถูกต้องต่ำเมื่อเปรียบเทียบกับบางบุคคลและบางบุคคลมีผลความถูกต้องที่สูง

ในการทดสอบถัดมาเราได้ทดสอบการเปลี่ยนแปลงการประมวลผลของเวลาในโมเดลนี้ โดยเลือกใช้ 15, 30, 45 นาที และ 2, 4 ชั่วโมง โดยในขั้นแรกทำการหาเทรซโฮลโดยใช้ค่าเฉลี่ยของ RMSE min ในการทดสอบกับชุดทดสอบที่มีกิจกรรมครบถ้วนร้อยละ 50 ซึ่งเมื่อนำมาใช้แยกแยะความถูกต้องทำให้ได้ผลการทดลองเป็นที่น่าพอใจ

ข้อดีของโมเดลที่ได้นำเสนอนี้คือสามารถยืดหยุ่นการแยกแยะกิจกรรมที่ผิดปกติโดยเน้นความสัมพันธ์ของกิจกรรมมากกว่าลำดับ สามารถยืดหยุ่นเวลาที่ใช้ในการประมวลผลได้ และในอนาคตสามารถพัฒนาเพิ่มเติมโดยการใช้ข้อมูลที่มีการปรับปรุงจากวันก่อนหน้าเพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการเปรียบเทียบกิจกรรมที่ผิดปกติ และโมเดลนี้สามารถแสดงบอกได้ว่ากิจกรรมในห้วงใดที่มีความผิดปกติไป

5.3 ข้อเสนอแนะ

จะเห็นได้ว่างานวิจัยที่นำเสนอนี้เป็นวิธีการในการหาความผิดปกติของการทำกิจวัตรประจำวันวันที่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิมในแต่ละวัน ซึ่งในงานวิจัยนี้เราเรียกพฤติกรรมที่ผิดปกติไปจากชีวิตประจำวันเดิมว่า เป็นความผิดปกติ ซึ่งความผิดปกตินี้บางเหตุการณ์สามารถนำไปวิเคราะห์หาความผิดปกติของสุขภาพได้ โดยมุ่งเน้นไปยังการรูปแบบการทำกิจกรรมที่ผิดปกติหรือเปลี่ยนแปลงไปของกิจวัตรประจำวันในช่วงเวลาต่างๆ เนื่องจากในชีวิตจริงการทำกิจกรรมต่างๆ ไม่ได้เหมือนเดิมในทุกๆวัน แต่มีความสัมพันธ์กันของกิจกรรม จึงนำเสนอโมเดลความสัมพันธ์ของกิจกรรมเพื่อเพิ่มความยืดหยุ่นในการประมวลผล ซึ่งได้ใช้ชุดข้อมูลทดสอบที่สร้างขึ้นเอง โดยสมมติให้มีการทำแต่ละกิจกรรมใน 30 วินาทีซึ่งอ้างอิงมาจากการประมวลผลการทำกิจกรรมจากภาพวิดีโอซึ่งอาจจะน้อยกว่านั้น และลำดับของการทำกิจกรรมเป็นการสร้างขึ้นด้วยตนเอง ซึ่งผู้วิจัยคิดว่าหากได้นำไปประยุกต์ใช้เป็นส่วนหนึ่งในระบบเฝ้าระวังผู้สูงอายุที่อาศัยอยู่บ้านตามลำพังนั้น ข้อมูลที่นำมาใช้เป็นข้อมูลเปรียบเทียบควรจะเป็นข้อมูลที่มีการปรับปรุงลำดับกิจกรรมจากวันก่อนหน้า โดยนำแนวคิดของ Adaptive model มาใช้ร่วมในการสร้างโมเดล เนื่องจากการทำกิจกรรมของแต่ละบุคคลมีความแตกต่างกัน โมเดลจึงควรมีการเปลี่ยนแปลงตามลักษณะการทำกิจกรรมของแต่ละบุคคลและอัปเดตข้อมูลพื้นฐานที่นำมาใช้ในการเปรียบเทียบหาความผิดปกติอย่างสม่ำเสมอ ซึ่งโมเดลและวิธีการที่เราจะนำเสนอขึ้น ซึ่งเวลาในการประมวลผลที่เราได้ทดสอบแล้วว่าโมเดลสามารถเปลี่ยนแปลงเวลาได้ขึ้นอยู่กับสถานการณ์และตัวบุคคล ซึ่งควรมีการทดสอบจริงว่าเวลาใดเหมาะสมกับบุคคลใด เนื่องจากหากเป็น

เวลาในหนึ่งชั่วโมงจะทำให้การทำกิจกรรมมีความยืดหยุ่นหากมีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยก็ถือว่าเป็นปกติเหมาะสำหรับบุคคลที่สามารถทำกิจกรรมได้หลากหลายใน 1-2 ชั่วโมง ซึ่งเวลานานนั้นเหมาะสำหรับการดูความผิดปกติและการเปลี่ยนแปลงไปของกิจกรรมในระยะยาว ส่วนการใช้เวลาในการประมวลผลน้อยนั้นสามารถบอกความผิดปกติในเวลาสั้นและค่อนข้างละเอียดกว่า เหมาะสำหรับการเฝ้าระวังอย่างใกล้ชิด ซึ่งการใช้การเปรียบเทียบกับกิจกรรมก่อนหน้า มีข้อเสียคือหากมีการเปลี่ยนแปลงของกิจวัตรประจำวัน แต่ไม่ได้เป็นความผิดปกติจริง โมเดลก็บอกว่าเป็นผิดปกติ ซึ่งผู้วิจัยแนะนำว่าในอนาคตควรมีการศึกษาและอ้างอิงข้อมูลอื่นเพิ่มเติมก่อนการตัดสินใจว่าเป็นผิดปกติในด้านใด และในอนาคตความสัมพันธ์และจำนวนกิจกรรมเหล่านี้สามารถปรับเปลี่ยนเพิ่มเติมขึ้นได้หรือการประยุกต์เปลี่ยนแปลงช่วงเวลาในการประมวลผล เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุดเมื่อนำไปใช้จริง อย่างไรก็ตามงานวิจัยนี้ได้ใช้ชุดข้อมูลทดสอบที่ไม่ใช่จากเหตุการณ์จริง หากมีการนำงานวิจัยนี้ไปพัฒนาต่อในอนาคต จึงหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับการทดสอบด้วยชุดข้อมูลทดสอบจากเหตุการณ์จริงด้วยภาพวิดีโอ หรือพัฒนาเพิ่มขึ้นเป็นระบบเฝ้าระวังที่สมบูรณ์และสามารถใช้ได้จริงในอนาคต

บรรณานุกรม

- [1] ระบบฐานข้อมูลด้านสังคมและคุณภาพชีวิต, “Social and Quality Of Life Database System”, 2016. Available: <http://social.nesdb.go.th/social/Default.aspx?tabid=131>. [Accessed: 16-March-2016].
- [2] THAILANDEFr, “L'âge médian dans les pays de l'ASEAN”, 2016. Available: <https://www.thailande-fr.com/societe/38102-thailande-pays-devieux> [Accessed: 16-March-2016].
- [3] S. Seawpakorn and N. Suvonvorn, “Top-view Based Human Action Recognition Using Depth and Color Information,” in proceeding of Advances in computer Science and Engineering (ACSE 2012), Phuket, Thailand, April 2-4, 2012.
- [4] P. Chawalitsittikul and N. Suvonvorn, “Profile-based Human Action Recognition using Depth Information,” in proceedings of the IASTED International Conference on Advances in Computer Science and Engineering, ACSE 2012, 2012, pp. 376–380.
- [5] P. Chalearnnetkul and N. Suvonvorn, “High Level Fusion of Profile-based Human Action Recognition using Muti-view RGBD Information,” in proceedings of 12th International Joint Conference on Computer Science and Software Engineering(JCSSE), 2015, pp.36-40.
- [6] S. Chernbumroong, S. Chang, A. Atkins and H. Yu. “Elderly activities recognition and classification for applications in assisted living.” Expert System with Application, vol.40, 2013, pp. 1662-1674.
- [7] M. Kepski, B. Kwolek and I. Austvoll, “Fuzzy Inference-Based Reliable Fall Detection Using Kinect and Accelerometer,” Springer-Verlag berlin Heidelberg, 2012, pp.266-273.
- [8] C. F. Crispim-Junior, Q. Ma, B. Fosty, R. Romdhane, F. Bremond and M. Thonnat. “Combining Multiple Sensors for Event Detection of Older People,” Springer International Publishing Swizerland, 2015, pp.179-194.
- [9] T. Banerjee, J. M.Keller, M. Popescu, and M. Skubic, “Recognizing complex instrumental activities of daily living using scene information and fuzzy logic,” Computer Vision and Image Understanding, vol.140, November, 2015, pp.68-82.

บรรณานุกรม

- [10] H. Medjahed, D. istrate, J. boudy and B. Dorizzi, "A Fuzzy Logic System For Home Elderly People Monitorint (EMUTEM)," in processing of the 10th WSEAS International Conference on FUZZY SYSTEMS, 2013, pp.69-75.
- [11] J. Ho-Youl, S. Park and S. Park. "Detection abnormal pattern in activities of daily living using sequence alignment method," Engineering in Medicine and Biology Society, 2008. EMBS 2008. 30th Annual International Conference of the IEEE. IEEE, 2008.
- [12] J. Hyuk Shin, B. Lee and K. Suk Park. "Detection of Abnormal Living Patterns for Elderly Living Alone Using Support Vector Data Description," IEEE Transactions on Information Technology in Biomedicine, vol.15, No.3, May, 2011.
- [13] O. Salah, A. Ramadan ,S. Sessa ,A. Abo Ismail, M. Fujie, and A. Takanishi, "ANFIS-based Sensor Fusion System of Sit-to-stand for Elderly People Assistive Device Protocols," International Journal of Automation and computing, vol.10, October, 2013, pp. 405-413.
- [14] L. Liu, S. Wang, Y. Peng, Z. Huang, M. Liu and B. Hu, "Mining intricate temporal rules for recognizing complex activities of daily living under uncertainty", *Pattern Recognition*, vol. 60, pp. 1015-1028, 2016.
- [15] J. Sung, C. Ponce, B. Selman, A. Saxena, "Unstructured human activity detection from rgbd images", in proceeding ICRA, 2012.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก.

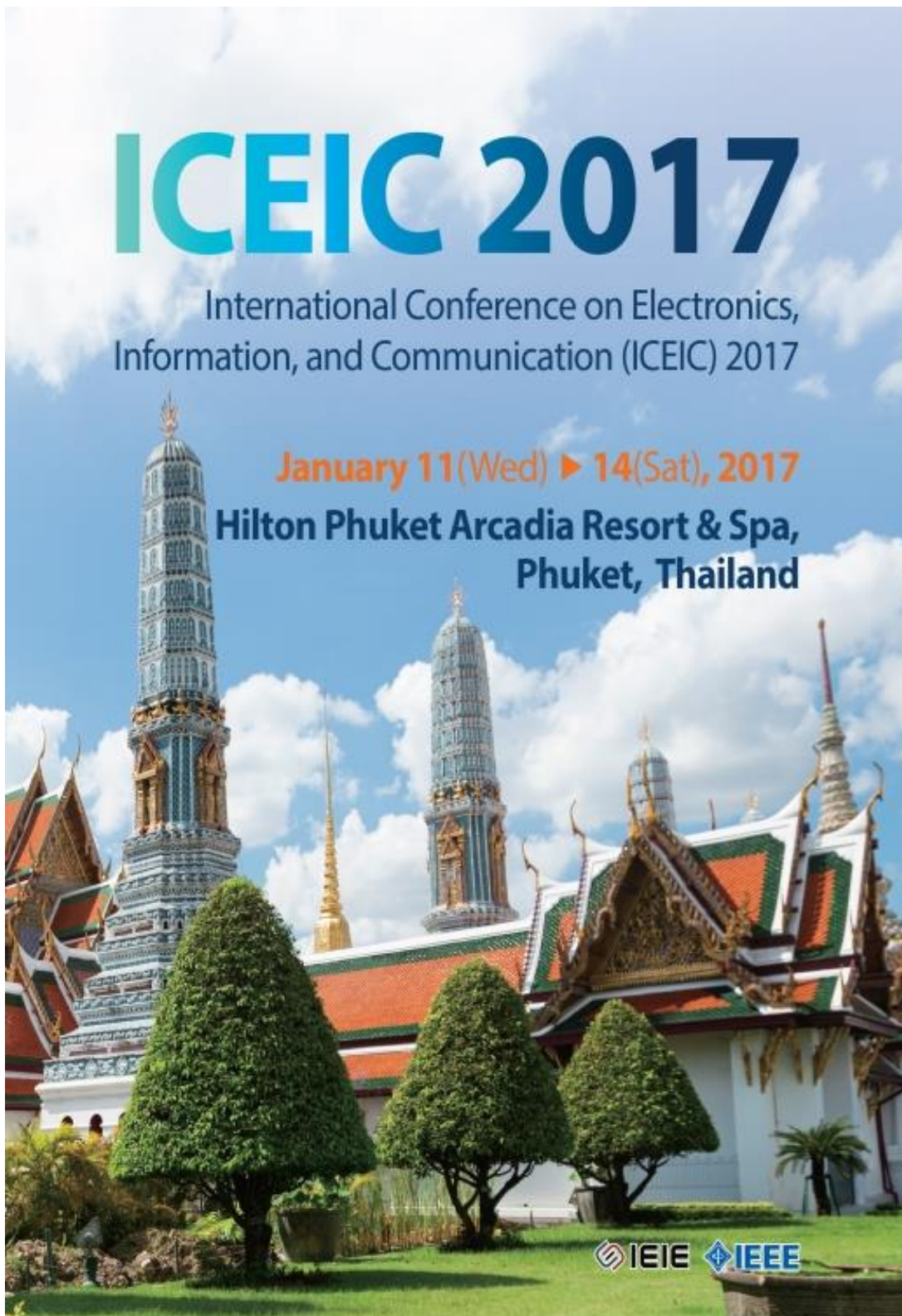
ผลงานตีพิมพ์เผยแพร่จากวิทยานิพนธ์

ICEIC 2017

International Conference on Electronics,
Information, and Communication (ICEIC) 2017

January 11 (Wed) ▶ 14 (Sat), 2017

**Hilton Phuket Arcadia Resort & Spa,
Phuket, Thailand**



Rule-based Activity Classification Technique using Actions and Objects Information

Saowanee Ruangniam and Nikom Suvonvorn
 Faculty of Engineering, Prince of Songkla University
saowaneercss@gmail.com, korn@coe.psu.ac.th

Abstract

The number of elder people in Thailand is increasing more rapidly compared to other countries in ASEAN. In this situation, the vision-based technologies could be of great benefit in assisting and monitoring elderly people who live alone in their house. In this paper, we propose a method for activity classification using actions in cooperation with objects in the rooms. We used an action-recognition method to identify four basic actions in daily life including standing and walking, sitting, laying and bending. The location of objects inside the room is predefined. Then, a rule-based technique is applied to classify the activity into 12 types in connection with the room and objects inside it. Our method shows encouraging results with high accuracy. In future works, we will establish the pattern of these activity for detecting possible abnormal events.

Keywords: Activity Classification, Rule-based Decision System, Elderly People

1. Introduction

The projection of elder in Thailand has increasing every year and it has been most increasing of ASEAN, some elderly people were living alone. When they have accidents at home, they can break their hips or die, if there is no immediate help. Technologies have been developed for assisting or detecting when elderly have abnormal activity inside the home. To develop a surveillance system for immediately alerts when anomalies occur, one of substantially developed technologies is the vision-based human activity recognition. In this paper we proposed a method to classify the 12 daily activities in rooms using information of human actions and surrounding objects. The proposed classification technique is designed as a rule-based decision system explicitly defined in multi-layers to support the particular activities. Again, activity classification is a fundamental step to detect the abnormal event that may happen in daily life of elderly people.

2. Related Works

In this research we study two groups of research works that are closely related to our work: activity classification using multi-sensor, and vision-based action recognition. In activity classification many methods were proposed, C.F. Crispim - Junior [1] introduced a hierarchical model-based framework for activity classification. It used multi-sensors including body sensor for person identification, camera for localization and action analysis. The data from sensors are independently processed. Its relationship are modeled for event detection. H. Medjehed [2] proposed the system including three subsystems with different sensors. First subsystem used physiology sensor for detecting movement and monitoring heart rate, second subsystem used microphones sensor and third subsystem with infrared sensor is for action classification. Then, fuzzy logic was applied for abnormal activity classification. T. Banerjee [3] proposed a fuzzy logic framework for activity recognition composing of 37 rules. The five categories of data for recognition are obtained from multi-sensors, such as actions, locations, objects, sensors and times of day. S. Chernbumrung [4] proposed system for assisting elderly people living alone at home using three sensors: accelerometer, temperature sensor and altimeter. The neural network and SVM techniques were applied for activity classification.

However using many devices mounted on body for living insides the house may not be comfortable for daily life. Using only cameras as external observer might be a constructive way. In our work we will proposed an activity recognition technique that depends on actions recognized from cameras. S. Seawpakorn [5] proposed human action recognition technique by using color and depth images from top view. The method tracked human by motion detection using background subtraction technique. Its features as pattern of angles from UV and color disparity are used for action modeling and recognized by neural network. P. Chawalitsitikul [6] introduced a method for action recognition from side

view. The 3D human model represented by parameters are established for action classification using neural network and SVM. We will use this method as our first step of activity recognition method.

3. Proposed Method

In this section we introduce our method for activity classification by using action and object information. It consists of two main parts. The first part is about human action recognition where the four basic actions are recognized, such as standing and walking, sitting, laying and bending. The second part concerns an activity recognition using ruled-based decision technique.

3.1 Action Recognition

In this part we use the action recognition technique proposed by P. Chawalitsitikul [6]. Figure 1 shows overview of this method. Firstly the GMM based background subtraction technique is applied for motion detection of appearing people in the scene using the color and depth images from side view. The three dimensional human modeling is established from body parts including head, body and legs. The features as pattern of 3D vectors are extracted for action recognition, such as vectors from the center of body to the head and to both legs. These vectors are updated and tracked continuously using properties of appearance colors and human structure. Then the supervised learning of these features via neural network and SVM are established for action recognition. The method can perform the four basic actions, e.g. walking or standing, sitting, bending and laying, at up to 95.8% of accuracy. Additionally, the laying action obtain a great accuracy at 100%.

3.2 Activity Recognition

In this section we explain how to define the ruled-based technique for recognizing the 12 activities in 4 rooms including living room (walking, laying on sofa, sitting on sofa), kitchen (walking, cooking, using refrigerator), working room (walking, working, using computer), bedroom (walking, sleeping, sitting on bed). The simple concept of the classification of these activities is to determine the interaction between acting person and the objects surrounding them. Firstly we obtain the basic actions, e.g. walking and standing, sitting, bending and laying, of the acting person from the last section. Secondly, we determine the distances between the person and objects in three dimension. In this step the positions of objects in very rooms are manually defined, such as, table, chair, bed, sofa, computer and refrigerator. The position of an object is represented by a deformable rectangle consisting of five 3D points including center and its four corner points. Then, the edges of object could be determined from its corners

as shown in the Figure 2(b). Finally, when the distances are determined the pre-defined rules based on neighborhood criteria via distance will be applied for activity recognition.

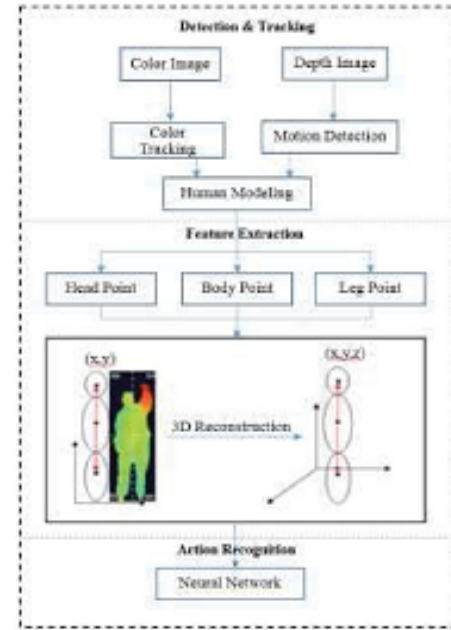


Figure 1. Action Recognition

3.2.1 Distance Measurement

We consider two types of the three dimensional distance measurements to make sure the possible neighborhood criteria. The first distances are calculated between the center of mass of acting person and the center points of all objects, shown in Figure 2 (c). The distance can be expressed as the following equation.

$$d = \sqrt{(x_1 - x_0)^2 + (y_1 - y_0)^2 + (z_1 - z_0)^2} \quad (1)$$

The second distances are computed between the center of mass of acting person and the four edges of very objects, shown in Figure 2 (d). The distance is defined by the equation as follow.

$$d^2 = \frac{|(x_2 - x_1) \times (x_1 - x_0)|^2}{|x_2 - x_1|^2} \quad (2)$$

Using the pre-defined objects and distance measurement, the figure 2 shows an example of working person in a working room where (a) is color image, (b) is depth image with pre-defined objects, (c) shows the type one of distances between person and objects and (d) depicts the type two of distances between person and the edges of objects.

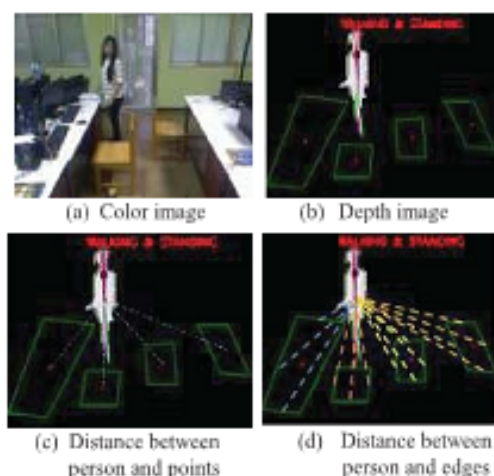


Figure 2. Distance Measurement

1 st Layer of Rules	Activities	2 nd Layer of Rules	Activities	3 rd Layer of Rules	Activities
If(walking or standing) then	- cooking - using refrigerator - working - using computer - walking in living room - walking in kitchen - walking in working room - walking in bedroom	If(same surrounding objects and nearest distance is less than a threshold) then standing	- cooking - using refrigerator - working - using computer	If(standing near table and in kitchen)then	cooking
				If(standing near refrigerator)then	using refrigerator
				If(standing near table and in working room)then	working
				If(standing near and near computer and in working)then	using computer
		else walking	- walking in living room - walking in kitchen - walking in working room - walking in bedroom	If(in living room)then If(in kitchen)then If(in working room)then If(in bedroom)then	walking in living room walking in kitchen walking in working room walking in bedroom
If(bending or sitting or laying) then	- using refrigerator - cooking - sitting on sofa - sitting on bed - working - using computer - sleeping - laying on sofa	If(bending) then	- using refrigerator - cooking	If(near refrigerator)then If(near table in kitchen)then	using refrigerator cooking
		If(sitting) then	- sitting on sofa - sitting on bed - cooking - working - using computer	If(near to sofa)then	sitting on sofa
				If(near to bed)then	sitting on bed
				If(near to chair and in kitchen)then	cooking
				If(near to chair and in working room)then	working
				If(near to chair and near to computer and in working room)then	using computer
		If(laying) then	- sleeping - laying on sofa	If(near to bed)then If(near to sofa)then	sleeping laying on sofa

Table 1. Rule-based activities classification

Table 1 shows the pre-defined decision rules of our recognition system. The inputs of system consist

3.3.2 Rule-based Decision System

In the last section we explain how to calculate distances. Continuously, here we will use those distances for recognizing activities. After obtaining the distances, the nearest object between the acting person and those objects in the room will be determined from its shortest distance. Firstly, the same actions of acting person must be observed continuously over time for a certain frames, from the experimental at least five frames needed. This lets the system deals with the error during the action recognition step. Secondly, when the action is in a ready status the acting person will be ruled into a nearest activity via nearest distance comparing to objects in the room.

of: 4 basic actions (standing and walking, sitting, laying and bending), 4 types of rooms (living room,

working room, kitchen, bedroom), and 6 types of objects (table, chair, bed, sofa, computer, refrigerator). The outputs of system are 12 activities as described above. This rules-based decision system are designed in multi-layer composing of 3 layers. The first layer of rules try to separate the action of walking/standing from the actions of bending sitting and laying. This allows the system to identify the dynamic activities from quasi static activities. The second layer of rules is to individually consider the condition of each action. At this stage the activities corresponding to each action are well identified and grouped. The last layer of rules concerns the determination of the specific activity conditioning by the types of rooms and objects. The acting person will be considered according with the neighborhood objects locating in the specific room. The concept of this rule-based decision system can be extended dynamically, as the increasing of the types of rooms and objects, and independently applicable to the different sizes and positions of objects in the rooms. However in our work we scope the criteria as mentioned above that at least able to evaluate the accuracy of system.

4. Experiments

In our experiment we tested the system on personal computer CPU Intel Core i5 4590 at 3.30GHz. The work is developed using OpenCV library for basic functions of computer vision and CLNUI library for acquiring the color and depth images from Kinect camera. The system is performed in real-time.

We use a dataset which is established in our laboratory concerning the four pre-defined spaces as four types of rooms and six types of objects. Each activity includes five acting persons or five clips per activity. In summary 600 frames per activity or 7,200 frames of 12 activities.

Table 2 shows the results from our experiments. We can notice that in living room the activities are recognized more accurate than in other rooms at 98.04%, while only 70.87% in working room. We later understood that when the number of objects increases in the scene the error will also increases, which is the case of working room. If we focus on activities, we found that the activities based on laying action are more accurate than others up to 100% at some cases. Unsurprisingly, this might depends on its quasi static behavior. Conversely, the accuracies are lowest for activities of using computer and refrigerator at 65.38% and 52.63% respectively. After an inspection on our technique this may be caused by the lack of precision of the distance measurement in three dimensional space between the dynamic actions and the pre-defined objects. A method for calibrating the depth value with respected to (x,y) space is necessary to correct the problem.

Rooms	Activities	Accuracies (%)
Living room	Walking	94.11
	Laying on sofa	100.00
	Sitting on sofa	100.00
	Average	98.04
Kitchen	Walking	66.66
	Using refrigerator	52.63
	Cooking	93.87
	Average	71.05
Working room	Walking	75.00
	Working	72.22
	Using computer	65.38
	Average	70.87
Bedroom	Walking	66.66
	Sleeping	100.00
	Sitting on bed	61.90
	Average	76.19
		79.03

Table 2. Accuracies of our methods.

5. Conclusion

In this paper we presented a rule-based activity classification technique using information of actions, objects and rooms. A decision system is introduced as three layers of rules. The proposed concept can be extended dynamically for the increasing number of rooms and objects while its locations can be freely positioned. The experiments shown that our method can better perform for the activities which are based on static actions, such as laying and sitting.

References

- [1] C. F. Crispim-Junior, Q. Ma, B. Fosty, R. Romdhane, F. Bremond and M. Thonnat. "Combining Multiple Sensors for Event Detection of Older People," Springer International Publishing Switzerland, 2015, pp.179-194.
- [2] T. Banerjee, J. M.Keller, M. Popescu, and M. Skubic, "Recognizing complex instrumental activity of daily living using scene information and fuzzy logic," Computer Vision and Image Understanding, vol.140, November, 2015, pp.68-82.
- [3] H. Medjahed, D. istrate,J. boudy and B.Dorizzi, "A Fuzzy Logic System For Home Elderly People Monitorint (EMUTEM)," in processing of the 10th WSEAS International Conference on FUZZY SYSTEMS, 2013, pp.69-75.
- [4] S. Chernbumroong, S. Chang, A. Atkins and H. Yu. "Elderly activity recognition and classification for applications in assisted living." Expert System with Application, vol.40, 2013, pp. 1662-1674.
- [5] S. Seawpakorn and N. Suvonvorn, "Top-view Based Human Action Recognition Using Depth and Color Information," in proceeding of Advances in computer Science and Engineering (ACSE 2012), Phuket, Thailand, April 2-4, 2012.
- [6] P. Chawalitsittikul and N. Suvonvorn, "Profile-based Human Action Recognition using Depth Information," in proceedings of the IASTED International Conference on Advances in Computer Science and Engineering, ACSE 2012, 2012, pp. 376-380.

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ สกุล	เสาวณี เรืองเนียม		
รหัสประจำตัวนักศึกษา	5810120081		
วุฒิการศึกษา			
	วุฒิ	ชื่อสถาบัน	ปีที่สำเร็จการศึกษา
	วิทยาศาสตร์บัณฑิต (วิทยาการคอมพิวเตอร์)	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์	2555

ทุนการศึกษา

ทุนบัณฑิตศึกษาวิศวกรรมศาสตร์

การตีพิมพ์เผยแพร่ผลงาน

S. Ruangniam and N. Suvonvorn, “Rule-based Activity Classification Technique using Actions and Objects Information,” in Proceedings of ICEIC 2017 International Conference on Electronics Information and Communication, Phuket, Thailand, 2017, pp. 324-327.