โมเดลการรวมข้อมูลจากหลายตัวตรวจจับ ประยุกต์ใช้ในการระบุพฤติกรรม
Multi-sensor Data Fusion Model Applied for Behavior Recognition

ณัฐวุฒิ วิจิตร์
Nattawut Wichit

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา
วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the
Degree of Master of Engineering in Computer Engineering
Prince of Songkla University
2559
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

โมเดลการรวมข้อมูลจากหลายตัวตรวจจับ ประยุกต์ใช้ในการระบุพฤติกรรม
Multi-sensor Data Fusion Model Applied for Behavior Recognition

ณัฐวุฒิ วิจิตร์
Nattawut Wichit

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา
วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Master of Engineering in Computer Engineering
Prince of Songkla University
2559

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ชื่อวิทยานิพนธ์ โมเดลการรวมข้อมูลจากหลายตัวตรวจจับ ประยุกต์ใช้ในการระบุพฤติกรรม

ผู้เขียน นายณัฐวุฒิ วิจิตร์

สาขาวิชา วิศวกรรมคอมพิวเตอร์

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

....

(ดร.อนันท์ ชกสุริวงค์)

คณะกรรมการสอบ

....ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นิคม สุวรรณวร)

....กรรมการ

(ดร.อนันท์ ชกสุริวงค์)

....กรรมการ

(ดร.กีรติ อินทวิเศษ)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรปริญญา วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

....

(รองศาสตราจารย์ ดร.ธีระพล ศรีชนะ)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ขอรับรองว่า ผลงานวิจัยนี้มาจากการศึกษาวิจัยของนักศึกษาเอง และได้แสดงความขอบคุณบุคคลที่มีส่วนช่วยเหลือแล้ว

ลงชื่อ ....

(ดร.อนันท์ ชกสุริวงค์)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

ลงชื่อ ....

(นายณัฐวุฒิ วิจิตร์)

นักศึกษา

ข้าพเจ้าขอรับรองว่า ผลงานวิจัยนี้ไม่เคยเป็นส่วนหนึ่งในการอนุมัติปริญญาในระดับใดมาก่อน และไม่ได้ถูกใช้ในการยื่นขออนุมัติปริญญาในขณะนี้

ลงชื่อ ....

(นายณัฐวุฒิ วิจิตร์)

นักศึกษา

ชื่อวิทยานิพนธ์ โมเดลการรวมข้อมูลจากหลายตัวตรวจจับ ประยุกต์ใช้ในการระบุพฤติกรรม

ผู้เขียน นายณัฐวุฒิ วิจิตร์

สาขาวิชา วิศวกรรมคอมพิวเตอร์

ปีการศึกษา 2558

บทคัดย่อ

ระบบจำแนกกิจกรรมพื้นฐานของมนุษย์มักใช้ข้อมูลจากตัวตรวจจับเพียง 1 หรือ 2 ประเภท เนื่องจากขาดโมเดลการรวมข้อมูลที่มีประสิทธิภาพ และข้อมูลที่มีไม่เพียงพอต่อการจำแนก ทำให้ความถูกต้องในการตัดสินใจลดลง ซึ่งส่งผลต่อประสิทธิภาพการจำแนกกิจกรรมพื้นฐาน วิทยานิพนธ์ฉบับนี้จึงนำเสนอเทคนิคการประยุกต์ใช้การรวมข้อมูลจากหลายตัวตรวจจับในระดับคุณลักษณะเด่นจากตัวตรวจจับ 4 ประเภท ได้แก่ ภาพ เสียง ระดับแรงกดทับ และการเคลื่อนไหว โดยใช้เทคนิคความน่าจะเป็นแบบเบย์ เพื่อแก้ปัญหาดังกล่าว ใช้ข้อมูลคุณลักษณะเด่น ได้แก่ ตำแหน่งระนาบ การเคลื่อนไหว ของมนุษย์จากข้อมูลภาพ ลักษณะของเสียงเดินจากข้อมูลเสียง การใช้งานอุปกรณ์จากข้อมูลระดับแรงกดทับ สถานะความเคลื่อนไหวจากข้อมูลการเคลื่อนไหว เพื่อสร้างโมเดลการรวมข้อมูลจากหลายตัวตรวจจับในระดับคุณลักษณะเด่น ในการจำแนกกิจกรรมพื้นฐาน 4 กิจกรรม คือ ท่าทางการยืน เดิน นั่ง และนอน นำโมเดลที่ได้ทดสอบประสิทธิภาพการรวมข้อมูลตามสถานการณ์ที่ออกแบบด้วยจำนวนตัวตรวจจับ 1 ตัวตรวจจับ จนถึง 4 ตัวตรวจจับ สรุปได้ว่าการจำแนกกิจกรรมพื้นฐานด้วยการใช้ข้อมูลจากหลายตัวตรวจจับมีความถูกต้องเพิ่มมากขึ้น ค่าเฉลี่ยความถูกต้องในการจำแนกกิจกรรมพื้นฐานของระบบ 86.32 เปอร์เซ็นต์

Thesis Title Multi-sensor Data Fusion Model Applied for Behavior Recognition
Author Mr. Nattawut Wichit
Major Program Computer Engineering
Academic Year 2015

Abstract

This thesis presents multi-sensors data fusion techniques based on Bayesian probability. There are 4 types of sensors such as vision (camera), sound (microphone), motion (infrared) and touch (force sensor). The input data set represent in form of features that extract from each sensors with different techniques. The vision features were calculated from background subtraction technique. Audio features came from computation of Mel Frequency Cepstrum Coefficient (MFCC) technique. The motion and touch feature were extract by infrared sensor and force sensor respectively. The hypothesis is fusion model with many information can increase accuracy of activity identification. There are 4 output actions comprised of stand, walk, sit, and laydown. First, we observed the scene to collected data from each sensors and used it as training data set for create the fusion parameters and the learning model. Then we tested the model on different situation by increasing data from 1 to 4 sensors. We got the result that show the relation of more data can increase activity identification accuracy. The highest accuracy we got is 86.32% with all input feature.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยนี้ โดยได้รับความช่วยเหลือจากหลายท่าน โดยอันดับแรกขอกราบขอบพระคุณ ดร.อนันท์ ชกสุริวงค์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ที่ได้ให้คำปรึกษาชี้แนะแนวทาง และให้ความรู้ต่าง ๆ ในการทำวิจัย ตลอดไปถึงช่วยตรวจทาน และแก้ไขวิทยานิพนธ์ให้เป็นไปอย่างครบถ้วนสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นิคม สุวรรณวร ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำ และให้การช่วยเหลือแก้ไขปัญหาในงานวิจัย

ขอขอบพระคุณ ดร.กีรติ อินทวิเศษ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำ และให้การช่วยเหลือแก้ไขปัญหาในงานวิจัย

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุนทร วิฑูสุรพจน์ ที่ได้คอยชี้แนะแนวทางในการทำวิจัย และอนุญาตให้ใช้ห้องกลุ่มวิจัยสารสนเทศไร้สายในการทำวิจัย

ขอขอบพระคุณคณาจารย์ บุคลากร เพื่อน ๆ พี่ ๆ กลุ่มวิจัยสารสนเทศไร้สาย และนักศึกษา ในภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ทุกท่าน ที่ให้คำแนะนำ และความช่วยเหลือในระหว่างทำวิทยานิพนธ์

และสุดท้ายนี้ขอน้อมรำลึกพระคุณบิดา มารดา และครอบครัว ที่ส่งเสริมให้กำลังใจและสนับสนุนในเรื่องต่าง ๆ จนทำให้ข้าพเจ้าประสบความสำเร็จ

ณัฐวุฒิ วิจิตร์

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ ....(5)
Abstract..(6)
กิตติกรรมประกาศ...(7)
สารบัญ...(8)
รายการภาพประกอบ ....(10)
รายการตาราง ....(11)
บทที่ 1 บทนำ 1
1.1 ความสำคัญและที่มาของวิทยานิพนธ์ 1
1.2 การตรวจเอกสาร... 1
1.3 วัตถุประสงค์ของโครงการ.. 4
1.4 ขอบเขตงานวิจัย... 4
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 4
1.6 ทรัพยากรที่ใช้ในการทดสอบ 4
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ... 5
2.1 การรวบรวมข้อมูล 5
2.2 คุณสมบัติของตัวตรวจจับในระบบ... 6
2.2.1 การสกัดคุณลักษณะเด่นจากภาพ...7
2.2.2 การสกัดคุณลักษณะเด่นจากเสียง 8
2.2.3 การสกัดคุณลักษณะเด่นจากระดับแรงกดทับ 9
2.2.4 การสกัดคุณลักษณะเด่นจากข้อมูลการเคลื่อนไหว 9
2.3 แนวคิดพื้นฐานเกี่ยวกับความน่าจะเป็นแบบเบย์ 10
2.3.1 ความน่าจะเป็น 10
2.3.2 กฎของเบย์ (Bayes’ Theorem) 10
2.3.3 วิธีการเรียนรู้แบบเบย์ 11
2.3.4 การสร้างสมการจำแนกกิจกรรมพื้นฐาน... 11
2.4 สรุป... 13
บทที่ 3 การออกแบบและพัฒนาระบบ.. 14
3.1 แนวคิดในการออกแบบ 14
3.2 การออกแบบโครงสร้างพื้นฐานในระดับคุณลักษณะเด่น 14
3.3 การสกัดคุณลักษณะเด่นของข้อมูล 15
3.3.1 คุณลักษณะเด่นจากภาพ.. 15
3.3.2 กระบวนการสกัดคุณลักษณะเด่นจากเสียง... 17
3.3.3 การสกัดคุณลักษณะเด่นจากระดับแรงกดทับ 18
3.3.4 การสกัดคุณลักษณะเด่นจากข้อมูลการเคลื่อนไหว 18

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.4 การประยุกต์ใช้ความน่าจะเป็นแบบเบย์ในระบบ 20
3.4.1 การสร้างโมเดลการเรียนรู้แบบเบย์ 20
3.4.2 ระบบจำแนก และตัดสินใจโดยใช้ความน่าจะเป็นแบบเบย์..... 24
3.4.3 วิธีการทดสอบความถูกต้องของระบบจำแนกกิจกรรมพื้นฐาน..... 26
3.5 สรุปขั้นตอนการออกแบบ 28
บทที่ 4 ผลการทดลอง..... 29
4.1 สภาพแวดล้อมในการทดสอบ 29
4.1.1 ตำแหน่งตัวตรวจจับ..... 29
4.1.2 ลักษณะการเก็บข้อมูลในสภาพแวดล้อมทดสอบ 30
4.1.3 ข้อมูลคุณลักษณะเด่น 30
4.2 การเรียนรู้แบบเบย์ในกรณีต่าง ๆ..... 31
4.2.1 กรณีไม่มีกิจกรรมพื้นฐาน (ไม่มีมนุษย์) 31
4.2.2 กรณีแสดงท่าทางการยืน..... 32
4.2.3 กรณีแสดงท่าทางการเดิน..... 33
4.2.4 กรณีแสดงท่าทางการนั่ง 34
4.2.5 กรณีแสดงท่าทางการนอน 34
4.2.6 ผลความน่าจะเป็นของกิจกรรมพื้นฐาน 35
4.2.7 สรุปผลความสัมพันธ์ของคุณลักษณะเด่นกับกิจกรรมพื้นฐาน 36
4.3 ผลการทดสอบประสิทธิภาพการรวมข้อมูลด้วยความน่าจะเป็นแบบเบย์..... 37
4.3.1 การทดลองโดยใช้คุณลักษณะเด่นของข้อมูลจากตัวตรวจจับ 1 ประเภท 39
4.3.2 การทดลองโดยใช้คุณลักษณะเด่นของข้อมูลจากตัวตรวจจับ 2 ประเภท 46
4.3.3 การทดลองโดยใช้คุณลักษณะเด่นของมูลจากตัวตรวจจับ 3 ประเภท..... 52
4.4 ผลการทดสอบประสิทธิภาพของระบบจำแนกกิจกรรมพื้นฐานของมนุษย์ 57
4.5 สรุป..... 59
บทที่ 5 บทสรุปและข้อเสนอแนะ 60
5.1 สรุปผล 60
5.2 ข้อเสนอแนะ..... 61
เอกสารอ้างอิง 62
ภาคผนวก..... 64
ภาคผนวก ก. ผลงานตีพิมพ์เผยแพร่จากวิทยานิพนธ์..... 65
ภาคผนวก ข. ตารางตัวอย่างการสร้างโมเดลด้วยการเรียนรู้แบบเบย์ 70
ภาคผนวก ค. ความสัมพันธ์ของคุณลักษณะเด่นกับกิจกรรมพื้นฐาน 76
ประวัติผู้เขียน..... 81

รายการภาพประกอบ

หน้า

ภาพประกอบ 3-1 โครงสร้างการรวมข้อมูลจากตัวตรวจจับ 15
ภาพประกอบ 3-2 โครงสร้างการสกัดข้อมูลคุณลักษณะเด่น 15
ภาพประกอบ 3-3 แสดงการตรวจจับมนุษย์จากภาพกล้องที่ 1 17
ภาพประกอบ 3-4 แสดงการตรวจจับมนุษย์จากภาพกล้องที่ 2 17
ภาพประกอบ 3-5 แสดงค่าสัมประสิทธิ์เซปสตรัม 18
ภาพประกอบ 3-6 แสดงการตรวจจับการกดทับจากตัววัดรแรงกดทับ 18
ภาพประกอบ 3-7 แสดงการตรวจจับความเคลื่อนไหวของตัวตรวจจับความเคลื่อนไหว 19
ภาพประกอบ 3-8 โมเดลการเรียนรู้ตามกฎของเบย์ 20
ภาพประกอบ 3-9 ข้อมูลจากตัวตรวจจับกรณีไม่กิจกรรม (ไม่มีมนุษย์) 21
ภาพประกอบ 3-10 ข้อมูลจากตัวตรวจจับกรณีท่าทางยืน 21
ภาพประกอบ 3-11 ข้อมูลจากตัวตรวจจับกรณีท่าทางเดิน 22
ภาพประกอบ 3-12 ข้อมูลจากตัวตรวจจับกรณีท่าทางนั่ง 22
ภาพประกอบ 3-13 ข้อมูลจากตัวตรวจจับกรณีท่าทางนอน 23
ภาพประกอบ 3-14 การจำแนกกิจกรรมพื้นฐานด้วยความน่าจะเป็นแบบเบย์ 25
ภาพประกอบ 4-1 ตำแหน่งตัวตรวจจับในบริเวณทดสอบ 30
ภาพประกอบ 4-2 ตัวอย่างข้อมูลจากตัวตรวจจับในกรณีที่ยังไม่มีกิจกรรมเกิดขึ้น 32
ภาพประกอบ 4-3 ตัวอย่างข้อมูลการตรวจจับท่าทางการยืน 32
ภาพประกอบ 4-4 ตัวอย่างข้อมูลการตรวจจับท่าทางการเดิน 33
ภาพประกอบ 4-5 ตัวอย่างข้อมูลการตรวจจับท่าทางการนั่ง 34
ภาพประกอบ 4-6 ตัวอย่างข้อมูลการตรวจจับท่าทางการนอน 35
ภาพประกอบ 4-7 กราฟแสดงความความสัมพันธ์ของลักษณะเด่นตำแหน่งกล้องที่ 1 กับกิจกรรมพื้นฐาน 37
ภาพประกอบ 4-8 จำแนกกิจกรรมพื้นฐานด้วยการใช้ข้อมูล 1 คุณลักษณะเด่น 39
ภาพประกอบ 4-9 จำแนกกิจกรรมพื้นฐานด้วยการใช้ข้อมูล 2 คุณลักษณะเด่น 46
ภาพประกอบ 4-10 จำแนกกิจกรรมพื้นฐานด้วยการใช้ข้อมูล 3 คุณลักษณะเด่น 52
ภาพประกอบ 4-11 กราฟแสดงประสิทธิภาพของการรวมข้อมูล 57

รายการตาราง

หน้า

ตาราง 3-1 สรุปชนิดของคุณลักษณะเด่น 19
ตาราง 3-2 ความสัมพันธ์ตำแหน่งของมนุษย์จากกล้องที่ 1 กับกิจกรรมพื้นฐาน 24
ตาราง 4-1 ผลการทดลองความน่าจะเป็นของกิจกรรมพื้นฐาน 36
ตาราง 4-2 โครงสร้างข้อมูลสำหรับนำเข้า 38
ตาราง 4-3 โครงสร้างข้อมูลแสดงผล 39
ตาราง 4-4 ความถูกต้องในการจำแนกกิจกรรมจากการใช้ข้อมูลตำแหน่งของมนุษย์ 40
ตาราง 4-5 ความถูกต้องในการจำแนกกิจกรรมจากการใช้ข้อมูลลักษณะเสียงเดิน 42
ตาราง 4-6 ความถูกต้องในการจำแนกกิจกรรมจากการใช้ข้อมูลการใช้งานอุปกรณ์ 43
ตาราง 4-7 ความถูกต้องในการจำแนกกิจกรรมจากการใช้ข้อมูลสถานะความเคลื่อนไหว 44
ตาราง 4-8 ความถูกต้องในการจำแนกกิจกรรมพื้นฐานของมนุษย์จากการใช้ข้อมูลประเภทเดียว.. 45
ตาราง 4-9 ความถูกต้องในการจำแนกกิจกรรมจากการใช้ข้อมูลตำแหน่งของมนุษย์และการใช้งานอุปกรณ์ 47
ตาราง 4-10 ความถูกต้องในการจำแนกกิจกรรมจากการใช้ข้อมูลลักษณะเสียงเดินและการใช้งานอุปกรณ์ 48
ตาราง 4-11 ความถูกต้องในการจำแนกกิจกรรมจากการใช้ข้อมูลการใช้งานอุปกรณ์และสถานะความเคลื่อนไหว 50
ตาราง 4-12 ความถูกต้องในการจำแนกกิจกรรมพื้นฐานของมนุษย์จากการใช้ข้อมูลสองประเภท.... 51
ตาราง 4-13 ความถูกต้องในการจำแนกกิจกรรมพื้นฐานของมนุษย์จากการใช้ตำแหน่งของมนุษย์ลักษณะเสียงเดิน และการใช้งานอุปกรณ์ 53
ตาราง 4-14 ความถูกต้องในการจำแนกกิจกรรมจากการใช้ข้อมูลลักษณะของเสียงเดิน การใช้งานอุปกรณ์ และสถานะความเคลื่อนไหว 55
ตาราง 4-15 ความถูกต้องในการจำแนกกิจกรรมพื้นฐานของมนุษย์จากการใช้ข้อมูล3 ประเภท....... 56
ตาราง 4-16 ความถูกต้องในการจำแนกกิจกรรมพื้นฐานของมนุษย์จากการใช้ข้อมูลร่วมกัน........... 58

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของวิทยานิพนธ์

ปัจจุบันการเฝ้าระวัง และการสังเกตพฤติกรรมของมนุษย์ภายในบ้านมีการพัฒนามาก แต่เนื่องจากในปัจจุบันวิธีการที่ใช้อยู่ยังไม่มีความยืดหยุ่นเมื่อเกิดอุปสรรคต่าง ๆ ทั้งนี้สาเหตุมาจากข้อมูลที่ใช้ตัดสินใจยังไม่เพียงพอ จึงทำให้เกิดแนวคิดที่จะเพิ่มตัวตรวจจับ [1] ทำให้เมื่อตัวตรวจจับใดที่รับข้อมูลมาไม่เพียงพอกับการตัดสินใจยังมีตัวตรวจจับอื่น ๆ ที่เก็บข้อมูลเพิ่ม และมาช่วยตัดสินใจอย่างถูกต้อง

การเพิ่มจำนวนตัวตรวจจับ และชนิดของการตัวตรวจจับนั้น ใช้ในการรู้จำพฤติกรรมที่มีความหลากหลาย และข้อมูลที่ใช้ในการตัดสินใจมีความแตกต่างกันจึงส่งผลให้ตัวแบบการตัดสินใจมีโอกาสผิดพลาดได้ทำให้เกิดแนวความคิดนำมาเป็นประเด็นวิจัยว่า "โมเดลในการรวมข้อมูลแบบไหนที่สามารถรวบรวมข้อมูลคุณลักษณะเด่น เพื่อนำมาหาคำตอบในการระบุกิจกรรมพื้นฐานได้"

การรวมข้อมูล (Data Fusion) [2] หากแบ่งตามระดับของข้อมูลสามารถแบ่งได้ 3 ระดับ คือ 1) การรวมข้อมูลระดับสัญญาณ (Signal Level) ในระดับนี้มีข้อมูลจำนวนมาก การนำข้อมูลเหล่านี้มารวมกันจะใช้เวลานาน และยากที่จะจัดการช่องทางการสื่อสารของข้อมูล 2) ระดับลักษณะเด่น (Feature Level) ในระดับนี้ข้อมูลมีจำนวนลดลงกว่าการรวมข้อมูลระดับสัญญาณ แต่ก็ยังมีความสมบูรณ์ของข้อมูลเพียงพอต่อการใช้งาน และ 3) ระดับการตัดสินใจ (Decision Level) ในระดับนี้การจัดการกับข้อมูลจะง่ายเนื่องจากมีข้อมูลน้อย แต่วิเคราะห์ได้ยากกว่า เนื่องจากมีข้อมูลน้อยและผ่านกระบวนการคัดกรองมามากแล้ว

ในงานวิจัยนี้เป็นโมเดลการรวมข้อมูลในระดับคุณลักษณะเด่น เพราะข้อมูลมีจำนวนไม่มากแต่ยังคงมีความสมบูรณ์ของข้อมูลเพียงพอต่อการจำแนกกิจกรรมพื้นฐาน จึงศึกษางานวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการรวมข้อมูลในระดับคุณลักษณะเด่นสำหรับการจำแนกกิจกรรมพื้นฐาน เพื่อสามารถนำวิธีการในงานวิจัยที่เกี่ยวข้องมาประยุกต์ใช้ในงานวิจัย

1.2 การตรวจเอกสาร

งานวิจัยของ L. C. De Silva [3] ได้สร้างต้นแบบการเฝ้าดูกิจกรรมของบุคคลในบ้านโดยใช้เทคโนโลยี Smart Home เพื่อนำไปใช้กับการประหยัดพลังงานและดูแลผู้สูงวัย และยังสามารถนำไปใช้ในการป้องกันโจรผู้ร้าย ยิ่งไปกว่านั้นสามารถเข้าถึงจากภายนอก และเตือนโดยอัตโนมัติ เพื่ออำนวยความสะดวกในการควบคุมจากส่วนกลาง ซึ่งจะทำงานสอดคล้องกับการลดการใช้พลังงาน และเตือนเมื่อเกิดเหตุการณ์ผิดปกติ สำหรับการดูแลผู้สูงวัยต้องเฝ้าระวังเป็นพิเศษ แต่ต้องไม่รบกวนการใช้ชีวิตประจำวัน จึงทำให้เกิดความรู้สึกมีความสุข และยังรู้สึกว่ายังอยู่ในการดูแลของโรงพยาบาลอย่างใกล้ชิดอีกด้วย ภายในบ้านจะติดตั้งตัวตรวจจับ โดยเชื่อมต่อแบบใช้สายไปยังหน่วยประมวลผล ซึ่งใช้ตัวตรวจจับที่มีคุณภาพสูง และหน่วยประมวลผลจะใช้หน่วยประมวลผลที่มี

ประสิทธิภาพสูง ในส่วนของของการตรวจจับความเคลื่อนไหวด้วยวีดีโอ เป็นการใช้ภาพจากกล้องในการตรวจจับ โดยใช้กล้องหลายตัวในการตรวจจับ ทำให้สามารถทราบตำแหน่งโดยใช้วิธี Subtraction ในการดึงส่วนที่สนใจออกมา เพื่อใช้ในการรับรู้การเคลื่อนไหว ซึ่งบางครั้งข้อมูลจากวีดีโออาจไม่เพียงพอหรือไม่สามารถตรวจจับได้ ด้วยเหตุนี้จึงต้องพิจารณาจากสัญญาณเสียง เพิ่มเติมเพื่อแยกแยะกิจกรรมจากการตรวจจับโดยใช้คลื่นเสียง ซึ่งต้องนำข้อมูลทั้งสองแหล่งมาวิเคราะห์ข้อมูลร่วมกัน จึงได้นำวิธีการใช้ภาพ และเสียงในการติดตามพฤติกรรมมาประยุกต์ใช้งาน

งานวิจัยของ L. Snidaro และคณะ [4] ได้เสนอระบบการรวบรวมข้อมูลจากหลายแหล่ง เพื่อลดความผิดพลาดของข้อมูล โดยข้อมูลที่ได้สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการสร้างระบบการเฝ้าระวังแบบใหม่ ซึ่งได้เน้นในการรับข้อมูลจากหลายแหล่ง โมเดลการรวมข้อมูลที่นำเสนอคือ JDL model วัตถุประสงค์ เพื่อการเฝ้าระวังด้วยวิดีโอ เพื่อนำไปใช้ในพื้นที่กว้างและซับซ้อน ล่าสุดมีการพัฒนาให้มีการทำงานแบบหลายตัวตรวจจับ เพื่อช่วยวิเคราะห์แนวทางของวัตถุ และยังสามารถนำไปฝึกฝนระบบจากการทำงานจริง โดยมีโมเดลการทำงานแบบปกติ และผิดปกติจากการตรวจจับแบบตลอดเวลา โดยการรับรู้การเคลื่อนไหวของวัตถุจากข้อมูลหลายแหล่งที่เชื่อถือได้ ทำให้ข้อมูลเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว จึงมีวิธีดึงข้อมูลเฉพาะส่วนที่สนใจนำมาเก็บช่วยลดปริมาณของข้อมูลที่จัดเก็บ และทำให้มีการประมวลผลที่รวดเร็วขึ้น การเฝ้าระวังแบบใหม่นั้นจะเป็นการพัฒนามาจากระบบในอดีตแบบการทำงานเพียงอย่างเดียว และได้นำมาประยุกต์ใช้กับตัวตรวจจับให้เกิดการทำงานแบบตลอดเวลา ซึ่งการรวบรวมข้อมูลเฉพาะส่วนที่สนใจเป็นสิ่งจำเป็นที่จะช่วยเพิ่มความยืดหยุ่นในการจัดการกับเหตุการณ์ที่ไม่อาจทราบล่วงหน้าได้ เพื่อเสริมสร้างประสิทธิภาพระบบเฝ้าระวังแบบใหม่มาประยุกต์ใช้การรวมข้อมูลในระบบที่ออกแบบ

งานวิจัยของ C. Zhu และคณะ [5] ได้นำเสนอการรู้จำพฤติกรรมประจำวันพื้นฐานของมนุษย์โดยการรวมข้อมูลจากตัวตรวจจับ 2 ตัว คือ ตัวตรวจจับตัววัดแรงเฉื่อยที่ติดไว้ที่เท้า และที่สะเอว ซึ่งระบบหลายตัวตรวจจับ เพื่อใช้ในการรู้จำพฤติกรรมที่ได้นำเสนอนั้นเบื้องต้นแยกพฤติกรรมเป็น 2 ประเภท คือ พฤติกรรมประเภทที่ไม่มีการเคลื่อนที่ เช่น การนั่ง การนอน เป็นต้น และพฤติกรรมที่มีการเคลื่อนที่ เช่น การเดิน เป็นต้น ส่วนในการตัดสินใจอย่างละเอียดนั้นจะเป็นการใช้ Hidden Markov Model ในการจำแนกพฤติกรรม เช่น เดินขึ้นบันได เดินลงบันได เป็นต้น การทดสอบโดยให้ผู้สูงอายุสวมใส่อุปกรณ์ เพื่อทดสอบความถูกต้อง ซึ่งในงานวิจัยนี้ก็มีการนำหุ่นยนต์มาช่วยในการเฝ้าระวังผู้สูงอายุด้วย แต่ในการคำนวณที่ซับซ้อนนั้นอาจทำให้ประสิทธิภาพการทำงานอาจลดลงได้ จึงได้ประยุกต์ใช้วิธีการแยกกิจจรรมพื้นฐานออกเป็น 2 ประเภท คือ กิจกรรมที่มีการเคลื่อนไหว และไม่มีการเคลื่อนไหว

งานวิจัยของ L. Rong และคณะ [6] เป็นการทดลองรู้จำพฤติกรรมประจำวันของมนุษย์ โดยการใช้หลายตัวตรวจจับเป็นการประยุกต์ใช้นาอีฟเบย์ ในลักษณะที่ใช้ความสัมพันธ์ของข้อมูลตัวตรวจจับที่มีความสัมพันธ์กันไม่มาก ซึ่งข้อมูลจากตัวตรวจจับจะจำแนกด้วยต้นไม้ตัดสินใจ C4.5 ก่อนแล้วจะใช้แมทริก ในการนำข้อมูลมาใช้ร่วมกันของแต่ละโหนดตัวตรวจจับ เพื่อเป็นการเตรียมข้อมูลสำหรับใช้ในการตัดสินใจด้วยความน่าจะเป็นที่ดีที่สุด ซึ่งผลการทดลองจากการรู้จำพฤติกรรมมนุษย์ทำให้ทราบว่าวิธีการตัดสินใจจำแนกด้วยความน่าจะเป็นแบบนาอีฟเบย์เป็นวิธีพื้นฐานที่นิยมใช้และมีความถูกต้องเป็นอย่างมาก ระบบจะจำแนกดีที่สุดหากติดตั้งอุปกรณ์ไว้ที่สะโพก

และข้อมือ ซึ่งถ้าใช้ข้อมูลประเภทเดียวมีความถูกต้อง 48.36 เปอร์เซ็นต์ แต่เมื่อรวมข้อมูลกันมีความถูกต้อง 66.41 เปอร์เซ็นต์ ประยุกต์ใช้เบย์ในการจำแนกกิจกรรมพื้นฐานในระบบที่ออกแบบ

งานวิจัยของ N. Zouba และคณะ [7] ได้อธิบายการรวมข้อมูลจากข้อมูลภาพ และตัวตรวจจับการใช้งาน ด้วยวิธีการตรวจจับพฤติกรรมพื้นฐานของผู้สูงอายุแบบอัตโนมัติ ซึ่งวิธีที่บทความนี้ได้นำเสนอที่เป็นจุดเด่น คือ การนำข้อมูลภาพจากวิดีโอที่ใช้ในการระบุตำแหน่ง เพื่อเฝ้าระวังพฤติกรรมของผู้สูงอายุเชื่อมโยงกับข้อมูลตรวจจับการใช้งานอุปกรณ์ที่ติดตั้งอยู่ที่อุปกรณ์ภายในบ้าน ซึ่งตัวตรวจจับการใช้งานอุปกรณ์ยังสามารถระบุตำแหน่งอุปกรณ์ที่ใช้งานได้ เป็นการพิสูจน์ความถูกต้องของการทำงานการรู้จำพฤติกรรมแบบอัตโนมัติ จึงทำให้ระบบมีความถูกต้อง และแม่นยำมากยิ่งขึ้น จึงได้ประยุกต์ใช้วิธีการระบุตำแหน่งของมนุษย์จากข้อมูลภาพวิดีโอ และเชื่อมโยงกับตำแหน่งของตัวตรวจจับ

งานวิจัยของ N. Zouba และคณะ [8] ได้นำเสนอวิธีการแบบใหม่สำหรับการเฝ้าระวังพฤติกรรมของผู้สูงอายุภายในบ้านด้วยการใช้ข้อมูลจากตัวตรวจจับหลายชนิดโดยทำงานร่วมกันในระดับตัดสินใจ ในบทความนี้ได้มุ่งเน้น เพื่อที่จะนำเสนอความถูกต้องและความแม่นยำของระบบในการเฝ้าระวังพฤติกรรมของผู้สูงอายุ ด้วยการใช้ข้อมูลจากกล้อง ตัวตรวจจับการใช้งาน ตัวตรวจวัดแรงกดทับ ตัวตรวจจับการไหลของน้ำ และตัวตรวจจับกระแสไฟฟ้า โดยใช้การทดสอบประสิทธิภาพของระบบเฝ้าระวังจากผู้ทดลองจำนวน 14 คน คนละ 4 ชม. โดยบันทึกภาพ 10 ภาพต่อวินาที ซึ่งบุคคลทดลองจะแสดงท่าทางการเตรียมอาหาร ท่าทางการทำอาหาร ท่าทางการล้างจาน ท่าทางทำความสะอาดห้องครัว ดูทีวี จึงได้ประยุกต์ใช้ข้อมูลจากตัวตรวจจับที่ติดตั้งกับอุปกรณ์ใช้งานภายในบ้าน เพื่อตรวจจับกิจกรรม

งานวิจัยของ C. Zhu และคณะ [9] ได้นำเสนอวิธีการในการเฝ้าระวังพฤติกรรมของมนุษย์ภายในอาคารด้วยการรวมข้อมูลการเคลื่อนไหว และข้อมูลตำแหน่งที่อยู่เข้าด้วยกัน ซึ่งตัวตรวจจับความเคลื่อนไหวจะถูกติดตั้งที่ขาขวาของมนุษย์ เพื่อตรวจจับการเคลื่อนไหวของมนุษย์ และใช้ร่วมกับข้อมูลตำแหน่งที่ได้จากข้อมูลภาพ ในการระบุตำแหน่งของบุคคลในขณะเคลื่อนไหว และลดความผิดพลาดของข้อมูลถ้าเกิดใช้ข้อมูลจากตัวตรวจจับใดเพียงตัวตรวจจับเดียว เช่น ในขณะที่ข้อมูลภาพขาดหายก็ยังสามารถตรวจจับการเคลื่อนไหวจากตัวตรวจจับที่ติดอยู่ที่ขาได้ เป็นต้น ขั้นตอนแรกของการตรวจจับ คือ เฝ้าระวังพฤติกรรมด้วยการใช้ข้อมูลความเคลื่อนไหวเพียงอย่างเดียวในการจำแนกพฤติกรรมเบื้องต้นด้วยนิวรอน ส่วนพฤติกรรมที่มีลำดับขั้นตอนนั้นจะใช้โมเดล Hidden Markov Model ในการจำแนก และประยุกต์ใช้ Short-time Viterbi ในการทำงานแบบปัจจุบัน ขั้นตอนที่สอง คือ การรวมข้อมูลการเคลื่อนไหว และข้อมูลตำแหน่งด้วยความน่าจะเป็นแบบเบย์ ใช้ในการปรับปรุงค่าพฤติกรรมที่ตรวจจับได้จากข้อมูลความเคลื่อนไหว จึงได้ประยุกต์ใช้วิธีการรวมข้อมูลด้วยความน่าจะเป็นแบบเบย์มาใช้งานในระบบที่ออกแบบ

จากการสำรวจตรวจเอกสารวิธีการของบทความข้างต้นนั้น มีวิธีการรวมข้อมูลที่นิยมในปัจจุบัน ซึ่งเป็นวิธีพื้นฐานที่มีความมีความถูกต้อง และมีความแม่นยำสำหรับการรวมข้อมูลจากหลายตัวตรวจจับ เพื่อประยุกต์ใช้ในการจำแนกพฤติกรรมของมนุษย์ แต่ส่วนใหญ่ยังเป็นการใช้ข้อมูลจากตัวตรวจจับเพียง 1 หรือ 2 ตัวตรวจจับ และเป็นตัวตรวจจับประเภทเดียวกันเท่านั้น จึงทำให้ได้

ข้อมูลไม่ครบถ้วนสมบูรณ์ งานวิจัยนี้จึงได้นำเสนอวิธีการรวมข้อมูลจากหลายตัวตรวจจับในระดับคุณลักษณะเด่นของข้อมูลภาพ เสียง ระดับแรงกดทับ และสถานะความเคลื่อนไหว สร้างโมเดลการเรียนรู้จากการสังเกตคุณลักษณะเด่นของข้อมูลตามสมมติฐานด้วยการตัดสินใจของมนุษย์ หาความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะเด่นกับกิจกรรมพื้นฐาน และความน่าจะเป็นของกิจกรรมพื้นฐานเพื่อประยุกต์ใช้ในการจำแนกกิจกรรมพื้นฐานของมนุษย์ด้วยความน่าจะเป็นแบบเบย์

1.3 วัตถุประสงค์ของโครงการ

เพื่อออกแบบ และพัฒนาวิธีการรวมข้อมูลจากหลายตัวตรวจจับประยุกต์ใช้ในการรู้จำ และจำแนกกิจกรรมพื้นฐาน (ยืน เดิน นั่ง และนอน)

1.4 ขอบเขตงานวิจัย

1.4.1 สร้างระบบแบบหลายตัวตรวจจับที่มีความเหมาะสมภายในที่พักอาศัย

1.4.2 ระบบหลายตัวตรวจจับทำงานในห้องที่มีการควบคุมแบบปิด

1.4.3 รวบรวมข้อมูลจากตัวตรวจจับ เพื่อระบุกิจกรรมของผู้อยู่อาศัย 1 คน เมื่อผู้อยู่อาศัยทำกิจกรรมต่าง ๆ

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 สามารถนำระบบการระบุพฤติกรรมไปติดตั้ง เพื่อคอยสังเกตพฤติกรรมของผู้อยู่อาศัยได้

1.5.2 สามารถประยุกต์ใช้บันทึกพฤติกรรม เพื่อนำไปวิเคราะห์ทางด้านสุขภาพได้

1.6 ทรัพยากรที่ใช้ในการทดสอบ

1.6.1 คอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล (Personal Computer)

1.6.2 โปรแกรมแมทแลป (Matlab)

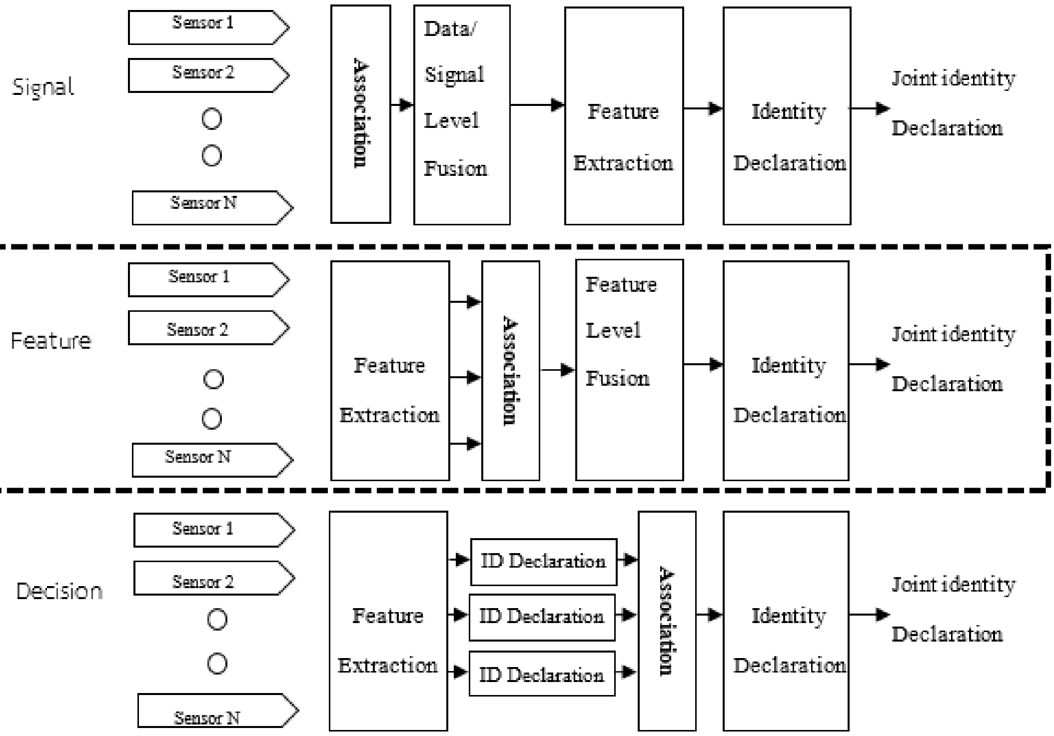
1.6.3 บอร์ด Arduino UNO และตัวตรวจจับ 4 ชนิด

บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการ

หลักการที่เกี่ยวข้องกับการรวมข้อมูลจากหลายตัวตรวจจับในระดับคุณลักษณะเด่นของข้อมูล โดยนำพื้นฐานแนวความคิดของประเภทข้อมูล และชี้ให้เห็นคุณสมบัติของตัวตรวจจับ รวมทั้งวิธีการสกัดคุณลักษณะเด่น ทฤษฎีความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ เพื่อใช้ในการเป็นต้นแบบของการรวมข้อมูลไปประยุกต์ใช้ในการจำแนกกิจกรรมพื้นฐานของมนุษย์

2.1 การรวบรวมข้อมูล

การรวมข้อมูลเป็นแนวคิดที่ค่อนข้างเก่าตั้งแต่ยุค 70 และเริ่มได้รับความนิยมในอเมริกาในช่วงยุค 90 จนถึงปัจจุบันก็ได้รับความสนใจอย่างต่อเนื่อง การรับรู้ของมนุษย์และสัตว์เป็นตัวอย่างที่เห็นได้ชัด และเป็นแรงจูงใจที่สำคัญของการรวมข้อมูลจากหลายแหล่งที่เชื่อถือได้ แม้ว่าบางครั้งสำหรับการรับรู้คุณลักษณะ และความเป็นจริงจะขาดการรับรู้ข้อมูลไปบางส่วนแต่ก็มีการนำลักษณะทางชีวภาพ เช่น รส กลิ่น เป็นต้น เข้ามาทดแทนการขาดข้อมูล ซึ่งยังมีความเชื่อมโยงกับสภาพแวดล้อมทำให้เกิดการตัดสินใจเกี่ยวกับลักษณะปัจจุบัน



รูปภาพ 2-1 ระดับการรวมข้อมูล

โดยแรงจูงใจที่สำคัญของการนำการรวมข้อมูลไปใช้ คือ ปริมาณข้อมูลที่ได้รวบรวมจากหลายตัวตรวจจับจะทำให้ข้อมูลมีความครบถ้วนสมบูรณ์มากขึ้น จึงทำให้ข้อมูลมีความน่าเชื่อถือ

ในการนำไปประยุกต์ใช้ในด้านต่าง ๆ จากภาพประกอบ 2-1 การรวมข้อมูลสามารถแบ่งตามระดับข้อมูลได้ 3 ระดับ

1) ระดับข้อมูล เป็นระดับที่การรวมข้อมูลดิบมาตั้งแต่ตอนต้นจากหลายตรวจจับ ให้ความสมบูรณ์ของข้อมูล และผลลัพธ์ที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด แต่วิธีนี้มีข้อเสียของการใช้ช่องทางการสื่อสารของข้อมูล และความซับซ้อนในการประมวลผลมากที่สุด เนื่องจากข้อมูลมีปริมาณมาก
2) ระดับลักษณะเด่น เป็นระดับที่หาลักษณะเด่นก่อนในแต่ละหลายตัวตรวจจับ แล้วนำข้อมูลมารวมเข้าด้วยกัน โดยมีประสิทธิภาพอยู่ในระดับปานกลาง ทั้งในด้านการใช้ช่องทางการสื่อสารของข้อมูล ความซับซ้อนของการประมวลผลข้อมูล และการสูญหายของข้อมูล
3) ระดับการตัดสินใจ เป็นวิธีการรวมข้อมูลในระดับขั้นตัดสินใจ โดยในตัวตรวจจับแต่ละตัวให้ผลสรุปขั้นสุดท้ายออกมา แล้วนำผลลัพธ์นั้นมารวมกัน ความซับซ้อนของการประมวลผล และการใช้ช่องทางการสื่อสารของข้อมูลน้อยที่สุด แต่วิธีนี้มีข้อเสียในส่วนประสิทธิภาพของระบบเนื่องจากมีการสูญหายของข้อมูลมากที่สุด

ดังนั้นหากต้องการใช้ข้อมูลจากหลายตัวตรวจจับมาใช้งานพร้อมกันในเวลาเดียวกัน จำเป็นต้องลดปริมาณข้อมูลที่เข้าสู่ระบบเพื่อลดความคับคั่งของช่องทางการสื่อสารข้อมูล และยังคงมีความสมบูรณ์ของข้อมูลอยู่ งานวิจัยนี้จึงเลือกใช้การรวมข้อมูลจากตัวตรวจจับในระดับคุณลักษณะเด่น

2.2 คุณสมบัติของตัวตรวจจับในระบบ

การพิจารณาตัวตรวจจับที่เลือกใช้ในระบบจะต้องเป็นตัวตรวจจับที่มีประโยชน์ต่อการพิจารณาจำแนกกิจกรรมของมนุษย์ให้มีประสิทธิภาพมากที่สุด โดยจะคำนึงถึงจำนวน และประเภทของตัวตรวจจับให้เหมาะสมกับระบบด้วย จากการศึกษางานวิจัยในอดีตสามารถที่จะพิจารณาตัวตรวจจับที่นำมาใช้เพื่อระบุพฤติกรรมของมนุษย์ ได้แก่

1. กล้องที่มีความละเอียด 640 x 480 จุดภาพ บันทึกภาพ 10 ภาพต่อวินาที
2. ไมโครโฟน บันทึกเสียงด้วยความถี่ 16 กิโลเฮิรตซ์
3. ตัวตรวจวัดระดับแรงกดทับรับน้ำหนักได้ 100 กรัม – 50 กิโลกรัม แสดงค่าระดับแรงกดทับได้ 1024 ระดับ
4. ตัวตรวจจับความเคลื่อนไหวระยะตรวจจับ 3 – 5 เมตร

ซึ่งในงานวิจัยนี้เป็นการประยุกต์ใช้ข้อมูลจากตัวตรวจจับระดับคุณลักษณะเด่นในจำแนกกิจกรรมพื้นฐานของมนุษย์ ด้วยการใช้ข้อมูลทั้ง 4 ชนิด ได้แก่ ภาพจากกล้อง เสียงจากไมโครโฟน ระดับแรงกดทับจากตัวรับแรงกดทับ และ ข้อมูลการเคลื่อนไหวจากตัวตรวจจับความเคลื่อนไหว โดยใช้กระบวนการดึงเอาเฉพาะข้อมูลที่มีลักษณะเด่นที่มีความสำคัญต่อการจำแนกกิจกรรมพื้นฐาน

2.2.1 การสกัดคุณลักษณะเด่นจากภาพ

กระบวนการประมวลผลภาพที่ได้จากกล้องวิดีโอ หาบริเวณที่สนใจภายในภาพ ซึ่งเป็นวิธีที่นิยมกันอย่างแพร่หลาย เพราะสามารถประยุกต์ใช้งานง่าย จึงนำข้อมูลภาพมาสกัดคุณลักษณะเด่นตรวจจับมนุษย์ภายในบริเวณที่สนใจจากข้อมูลภาพ สร้างบล็อบสี่เหลี่ยมรอบมนุษย์ที่ตรวจจับได้ และค้นหาบริเวณตำแหน่งที่มีความเคลื่อนไหวภายในบริเวณที่สนใจจากข้อมูลภาพ

2.2.1.1 การลบพื้นหลัง

การตรวจจับตำแหน่งของมนุษย์ในข้อมูลภาพ ข้อมูลภาพที่เข้ามาในรูปแบบของ RGB จะถูกนำมาแปลงให้อยู่ในรูปแบบการแปลงภาพสีเป็นระดับเทา (Gray-Scale Image Transform) คือแปลงข้อมูลภาพสีในระบบ RGB ให้แสดงค่าความสว่างของภาพเพียงอย่างเดียว [10] เพื่อเป็นการตัดปัจจัยของสีที่อาจจะรบกวนการวิเคราะห์ออกไป ก่อนที่จะหาความแตกต่างระหว่างเฟรมโดยโมเดลในการคัดแยกมนุษย์ออกจากภาพพื้นหลังจากการผสมเกาส์เซียนหลายรูปแบบ เทคนิคนี้เป็นการสร้างโมเดลของภาพพื้นหลังที่สามารถปรับค่าให้เป็นปัจจุบันได้ มนุษย์ภายในเฟรมนั้นจะถูกแยกประเภทเป็นจุดสีด้วยวิธีการกระจายแบบเกาส์เซียนที่มากกว่า 1 ที่มีประสิทธิภาพในการหาโมเดลพื้นหลังที่มีความซับซ้อน จึงทำให้จุดสีพื้นหลังของแต่ละเฟรมสามารถปรับตามสภาพแวดล้อมได้ [11] [12] เมื่อตรวจจับมนุษย์ได้จะปรับปรุงความชัดเจนของมนุษย์ที่ตรวจจับได้ด้วยกระบวนการประมวลผลภาพ โดยการใช้ข้อมูลแบบโครงสร้างเป็นตัวทำกระบวนการ (Operator) [13] ซึ่งประกอบไปด้วย Opening, Closing และ Fill ซึ่งสามารถลดสิ่งรบกวนบางส่วนได้

- กระบวนการ Open เป็นการกระทำโดยการนำภาพมากัดกร่อนภาพหรือว่าการย่อภาพเป็นลักษณะลบข้อมูลขอบภาพ แล้วทำการพอกภาพหรือว่าการขายภาพจะทำให้ลดจุดที่รบกวนออกได้
- กระบวนการ Close เป็นกระบวนการนำภาพมาขยายภาพก่อนแล้วจะทำการกร่อนภาพจะทำส่วนแคบของพื้นที่เชื่อมถึงกันจะทำให้พื้นที่ขยายออกเป็นการปิดพื้นที่ว่างภายในภาพ
- กระบวนการ Fill จะเป็นกระบวนการเติมช่องว่างที่เกิดขึ้นในวัตถุจากการหาพิกเซลที่ถูล้อมรอบ โดยอาศัยการเชื่อมต่อระหว่างขอบที่อยู่ใกล้กัน

เมื่อผลลัพธ์ที่ได้จากการคัดแยกพื้นหลังออกจากวัตถุต่อมาทำการติดตามวัตถุที่สนใจด้วยวิธี blob tracking เป็นการวิเคราะห์กลุ่มของจุดภาพสีขาวและสีดำที่แตกต่างกัน เพื่อสร้างบล็อบสี่เหลี่ยมเอาเฉพาะส่วนที่สนใจจึงทำให้ทราบความกว้าง ความยาว และศูนย์กลางของวัตถุใช้ในการวิเคราะห์หาตำแหน่งของสิ่งที่สนใจภายในบริเวณที่ต้องการ เพื่อหาค่าความเชื่อมโยงกับคลาสเป้าหมาย [14]

2.2.1.2 การวิเคราะห์อัตราส่วนบล็อบ

จากกระบวนการตรวจจับมนุษย์ในข้อมูลภาพสร้างบล็อบสี่เหลี่ยมรอบมนุษย์ที่ตรวจจับได้ [15] เพื่อเอาเฉพาะส่วนที่สนใจในการติดตามจะทำให้ทราบความยาว และความกว้างของบล็อบ คำนวณอัตราส่วนระนาบของมนุษย์ได้ดังสมการ (2.1)

อัตราส่วน = ความกว้าง / ความยาว (2.1)

จะได้อัตราส่วนของบล็อบ ซึ่งจะทำให้ทราบว่าระนาบของมนุษย์ที่ตรวจจับได้อยู่ในระนาบใด ระนาบของมนุษย์มีความสัมพันธ์กับกิจกรรมพื้นฐาน และอุปกรณ์ที่กำลังใช้

2.2.1.3 การหาการไหลของแสง

เป็นการตรวจจับบริเวณที่มีความเคลื่อนไหว โดยกระบวนการสกัดคุณลักษณะเด่นจากภาพด้วยการไหลของแสง เป็นวิธีการหนึ่งที่นิยมใช้กันในการประมวลผลภาพสัญญาณวิดีโอ มีงานวิจัยหลายงานในการนำวิธีการคำนวณหาการไหลของแสงไปใช้งานจนแทบจะเรียกได้ว่าเป็นวิธีพื้นฐานซึ่งถูกคิดค้นโดย Horn. And Schunck [16] โดยเป็นการวิเคราะห์ความเปลี่ยนแปลงของความเข้มของแสงภายในภาพโดยที่การไหลของแสงจะประกอบไปด้วยขนาด และทิศทางของความเข้มที่เปลี่ยนตำแหน่ง ซึ่งสมมติฐานพื้นฐานการคำนวณเกี่ยวกับการเคลื่อนที่ของส่วนที่เป็นแสงสว่างเพื่อหาเวกเตอร์ของภาพเคลื่อนไหว โดยปกติการคำนวณจะทำภายใต้สมมติฐาน 2 ข้อคือ วัตถุภายในภาพจะไม่มีการเปลี่ยนแปลงความเข้มของแสงและจุดที่ใกล้กันเคลื่อนที่คล้ายคลึงกัน จากสมมติฐานนั้นจึงทำให้เกิดสมการมาตรฐานในการคำนวณการไหลของแสงรู้จักกันทั่วไปว่า Optical Flow Constraint Equation การหาการไหลของแสงนั้นเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพในการตรวจจับวัตถุที่มีความเคลื่อนไหว ด้วยวิธีการวิเคราะห์จากการเปลี่ยนแปลงของความเข้มแสงภายในลำดับ ซึ่งความเข้มของแสงที่เปลี่ยนตำแหน่งจะคงความเข้มแสงเท่าเดิม และให้ผลของการไหลของแสงกลุ่มของวัตถุเปลี่ยนตำแหน่งไปในทิศทางที่ใกล้เคียงกัน

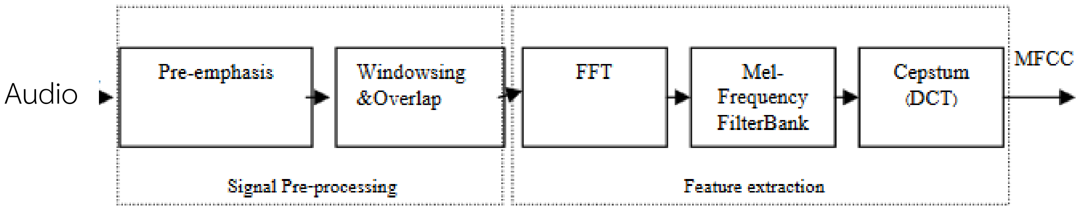
2.2.2 การสกัดคุณลักษณะเด่นจากเสียง

เมื่อมนุษย์เราได้กระทำกิจกรรมพื้นฐานที่มีความเคลื่อนไหว ซึ่งมีคุณลักษณะเฉพาะของเสียงได้แก่ ความยาวช่วงคลื่น แอมปลิจูด และความเร็ว เสียงแต่ละเสียงจะมีความแตกต่างกัน เสียงสูง-เสียงต่ำ เสียงดัง-เสียงเบา หรือคุณภาพของเสียงลักษณะต่าง ๆ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับแหล่งกำเนิดเสียง และจำนวนรอบต่อวินาทีของการสั่นสะเทือน เสียงที่คนเราได้ยินหากแบ่งตามลักษณะการเกิดได้ 3 ลักษณะ

1. เสียงดังแบบต่อเนื่อง เป็นเสียงดังที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องมี 2 ลักษณะคือเสียงดังต่อเนื่องแบบคงที่ และเสียงดังต่อเนื่องแบบไม่คงที่
2. เสียงดังเป็นช่วง ๆ เป็นเสียงที่ดังไม่ต่อเนื่อง มีความเงียบหรือเบากว่าเป็นระยะสลับไปมา
3. เสียงดังกระทบหรือกระแทก เป็นเสียงที่เกิดขึ้น และสิ้นสุดอย่างรวดเร็วมีการเปลี่ยนแปลงของเสียงมากกว่า 40 เดซิเบล

ซึ่งเราสามารถนำเสียงที่เกิดขึ้นนั้นมาเข้ากระบวนการในการสกัดคุณลักษณะเด่นและรู้จำคุณลักษณะเด่นของเสียง เป็นการพิจารณาพิจารณารูปแบบของเสียงในบริเวณที่สนใจ ด้วยวิธีการหาค่าสัมประสิทธิ์เซปสตรัมบนสเกลเมล (Mel Frequency Cepstrum Coefficient: MFCC) เป็นเทคนิคที่ปรับปรุงให้เหมาะสำหรับเก็บรายละเอียดของสัญญาณความถี่ของเสียง แปลงจากคลื่น

เสียงเป็นเวกเตอร์ เวกเตอร์ 1 เวกเตอร์ แทนสัญญาณเสียงยาวประมาณ 20 มิลลิวินาที [17] แต่ละเวกเตอร์ก็แทนสัญญาณเสียง ที่ค่อย ๆ เลื่อนไปแบบ overlap กัน



รูปภาพ 2-2 ขั้นตอนการหาค่า MFCC

จากภาพประกอบ 2-2 สามารถสรุปขั้นตอนคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์เซปสตรัม 3 ขั้นตอน ดังนี้

1) คำนวณสเปคตรัม นำสัญญาณเสียงขั้นตอนประมวลผลล่วงหน้า (Signal Preprocessing) แล้วมาวางกรอบหน้าต่างแฮมมิ่ง นำสัญญาณหน้าต่างมาแปลงฟูริเยร์ไม่ต่อเนื่องแบบเร็ว เพื่อเปลี่ยนเป็นโดเมนเชิงความถี่
2) คำนวณหาพลังงานงานสเปคตรัมที่ผ่านตัวกรองนำความถี่ที่ได้จากขั้นตอนแรกหาขนาดกำลังสองส่งผ่านการกรองแบบสามเหลี่ยม (Filter Bank) ในเกลเมล เพื่อเน้นความสำคัญให้ความถี่อยู่ในช่วงกลาง
3) คำนวณค่าสัมประสิทธิ์เซปตรัมบนสเกลเมล (MFCC) นำค่าพลังงานที่คำนวณจากขั้นตอนที่ 2 มาผ่านการแปลงโคไซน์แบบไม่ต่อเนื่องจะได้ค่าสัมประสิทธิ์เซปตรัมบนสเกลเมล เมื่อได้ค่าสัมประสิทธิ์เซปตรัมสเกลเมลของเสียงแล้ว นำค่าสัมประสิทธิ์มาทำการสอนให้เกิดการรู้จำรูปแบบของเสียง

2.2.3 การสกัดคุณลักษณะเด่นจากระดับแรงกดทับ

ตัวตรวจจับการกดทับทำงานโดยเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานตามน้ำหนักที่กดทับ ตัวตรวจจับน้ำหนักกดทับยิ่งมากความต้านทานยิ่งน้อย โดยรับแรงกดทับตั้งแต่ 100 กรัม ถึง 50 กิโลกรัม ตัวตรวจจับการกดทับจะให้ค่าในเชิงแนวโน้ม ว่าเกิดแรงกดที่ตัวตรวจจับหรือไม่ เพื่อใช้ในการหาความสัมพันธ์ระหว่างแรงกดทับกับคลาสเป้าหมาย

2.2.4 การสกัดคุณลักษณะเด่นจากข้อมูลการเคลื่อนไหว

อุปกรณ์ตรวจจับความเคลื่อนไหวโดยการตรวจจับคลื่นรังสี อินฟราเรดจากมนุษย์หรือสัตว์ที่มีความอบอุ่นในร่างกายมีการเคลื่อนไหวหรือเคลื่อนที่ผ่านเข้ามาภายในพื้นที่โซนที่มีตัวตรวจจับอยู่ ซึ่งจะเปลี่ยนพลังงานความร้อนจากรังสีอินฟราเรด เป็นพลังงานไฟฟ้า มาใช้ในการหาความสัมพันธ์ระหว่างความเคลื่อนไหวกับกิจกรรมพื้นฐาน

2.3 แนวคิดพื้นฐานเกี่ยวกับความน่าจะเป็นแบบเบย์

การรวมข้อมูล โดยการใช้ความน่าจะเป็นตามกฎของเบย์ ในการสร้างโมเดลการเรียนรู้ความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะเด่นกับกิจกรรมพื้นฐาน และความน่าจะเป็นของกิจกรรม เพื่อใช้ในจำแนกกิจกรรมพื้นฐาน

2.3.1 ความน่าจะเป็น

ในทฤษฎีของความน่าจะเป็นนั้นสิ่งที่น่าสนใจ และเป็นสิ่งที่ผู้ศึกษาต้องการทราบมากที่สุด คือ ความน่าจะเป็นที่จะเกิดเหตุการณ์ หรือ โอกาสที่จะเกิดเหตุการณ์ ทั้งนี้มีสาเหตุอันเนื่องมาจากหากทราบความน่าจะเป็น ที่จะเกิดเหตุการณ์ จะเป็นตัวบ่งบอกได้ว่า เหตุการณ์หรือสิ่งที่กำลังสนใจนั้นมีโอกาสที่จะเกิดขึ้นหรือไม่เกิดขึ้นมากน้อยเพียงใด [18] ความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ (Event) จะสอดคล้องกับสัจพจน์ดังต่อไปนี้ดังสมการ (2.2)

$$\text{ความน่าจะเป็นของเหตุการณ์} = \frac{\text{จำนวนผลลัพธ์ของเหตุการณ์}}{\text{จำนวนผลลัพธ์ทั้งหมดที่เป็นไปได้}} \tag{2.2}$$

2.3.2 กฎของเบย์ (Bayes' Theorem)

การหาความน่าจะเป็นที่จะเกิดเหตุการณ์ A เมื่อทราบความน่าจะเป็นของเหตุการณ์อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง คือทราบความน่าจะเป็น ของเหตุการณ์ B_1, B_2,...., B_K ดังนั้นความน่าจะเป็นที่จะเกิดเหตุการณ์ A จึงหาได้จากค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก ของ $P(A \mid B_i)$ ซึ่งแต่ละเทอมจะถูกถ่วงน้ำหนักด้วย P (Bi) [19] หากมองสิ่งที่กล่าวมาในข้างต้น ในทางตรงกันข้าม จะเห็นได้ว่าถ้าเราสมมติให้เหตุการณ์ A ได้ เกิดขึ้นแล้ว และสนใจจะหาความน่าจะเป็นที่จะเกิดเหตุการณ์ Bi เราจะหาค่าได้อย่างไร สิ่งที่เป็นปัญหา เหล่านี้ เราสามารถใช้ทฤษฎีเบย์เข้ามาแก้ปัญหาดังกล่าวได้ [20]

กำหนดให้ B_1, B_2,..., B_n เป็นเหตุการณ์แยกกันโดยเด็ดขาดทั้งหมด และกำหนดให้ A เป็นอีกเหตุการณ์หนึ่งที่เกิดขึ้น โดย $P(A) > 0$ จะได้ดังสมการ (2.3)

$$P(B_k \mid A) = \frac{P(B_k)P(A \mid B_k)}{\sum_{i=1}^{n} P(B_i)P(A \mid B_i)} = \frac{P(B_k)P(A \mid B_k)}{P(B_1)P(A \mid B_1) + \ldots + P(B_n)P(A \mid B_n)} \tag{2.3}$$

ซึ่งในงานวิจัยชิ้นนี้เป็นการแก้ไขปัญหาข้อมูลด้วยการจำแนกประเภทข้อมูลที่มีผลลัพธ์ข้อมูลแบบไม่ต่อเนื่อง และจากการศึกษาค้นคว้าวิธีการจำแนกประเภทข้อมูลแบบไม่ต่อเนื่องที่นิยมใช้ในปัจจุบันที่เป็นวิธีการแบบเบื้องต้นแต่มีความถูกต้องและแม่นยำ คือ วิธีการเรียนรู้แบบเบย์ (Bayesian Learning) [21] เป็นวิธีการเรียนรู้ที่ใช้ทฤษฎีความน่าจะเป็น ซึ่งมีพื้นฐานมาจากทฤษฎีของเบย์(Bayes theorem) เข้ามาช่วยในการเรียนรู้ จุดมุ่งหมายเพื่อสร้างโมเดลที่อยู่ในรูปแบบความน่าจะเป็น ซึ่งเป็นค่าที่บันทึกได้จากการสังเกต จากนั้นนำโมเดลมาหาว่าสมมติฐานใดถูกต้องที่สุด โดยใช้ความน่าจะเป็นเข้ามาช่วย ข้อดีคือ เราสามารถใช้ข้อมูล และความรู้ก่อนหน้าเข้ามาช่วยในการเรียนรู้ได้

2.3.3 วิธีการเรียนรู้แบบเบย์

การเรียนรู้แบบเบย์ เป็นเทคนิคที่ใช้ทฤษฎีความน่าจะเป็นตามกฎของเบย์ (Bayes' Theorem) เพื่อหาว่าสมมติฐานใดน่าจะถูกต้องที่สุด โดยใช้ความน่าจะเป็นก่อนหน้า (Prior Knowledge) ได้แก่ ความน่าจะเป็นสำหรับสมมติฐานหนึ่ง ๆ ร่วมกับข้อมูล เช่น ความน่าจะเป็นที่สังเกตได้สำหรับสมมติฐานหนึ่ง ๆ เพื่อหาสมมติฐานที่ดีที่สุด เป็นต้น การเรียนรู้แบบเบย์อาศัยหลักการของการคำนวณความน่าจะเป็นของแต่ละสมมติฐาน [22] (ในที่นี้คือคลาสเป้าหมายหรือผลลัพธ์การทำนาย) โดยการเรียนรู้แบบเบย์เป็นการเรียนรู้เพิ่มได้ เนื่องจากตัวอย่างใหม่ที่ได้มาถูกนำมาปรับเปลี่ยนการแจกแจงซึ่งมีผลต่อการเพิ่ม หรือ ลดความน่าจะเป็น ทำให้มีการเรียนรู้ที่เปลี่ยนไป วิธีการนี้ตัวแบบจะถูกปรับเปลี่ยนไปตามตัวอย่างใหม่ที่ได้โดยผนวกกับความรู้เดิมที่มี ซึ่งการทำนายค่าคลาสเป้าหมายของตัวอย่างใช้ความน่าจะเป็นมากที่สุดของทุกสมมติฐาน

จากทฤษฎีของเบย์ เราสามารถคำนวณความน่าจะเป็นของสมมติฐานต่าง ๆ โดยใช้สมการ (2.4)

$$P(h|D) = \frac{P(D|h) * P(h)}{P(D)} \tag{2.4}$$

กำหนดให้

D แทนข้อมูลที่นำมาใช้ในการคำนวณการแจกแจงความน่าจะเป็น Posteriori probability ของสมมติฐาน h คือ P(h|D) ตามทฤษฎี

P(h) คือ ความน่าจะเป็นก่อนหน้าของสมมติฐาน h

P(D) คือ ความน่าจะเป็นของชุดตัวอย่าง D

P(h|D) คือ ความน่าจะเป็นของ h เมื่อรู้ D

P(D|h) คือ ความน่าจะเป็นของ D เมื่อรู้ h

2.3.4 การสร้างสมการจำแนกกิจกรรมพื้นฐาน

เมื่อมีบุคคลอยู่ภายในบริเวณที่สนใจเราจะสามารถทำนายกิจกรรมที่บุคคลกำลังกระทำอยู่ได้ดังสมการ (2.5)

$$P(\text{กิจกรรม}|\text{ลักษณะเด่นของข้อมูล}) = \frac{P(\text{ลักษณะเด่นของข้อมูล}|\text{กิจกรรม}) \times P(\text{กิจกรรม})}{P(\text{ลักษณะเด่นของข้อมูล})} \tag{2.5}$$

จากที่กล่าวมานั้นเราสามารถทำนายกิจกรรมของบุคคลภายในห้องโดยสังเกตจากลักษณะเด่นของข้อมูลที่บุคคลกระทำ อย่างไรก็ตามเหตุการณ์ที่นำมาใช้ในการทำนายต้องสอดคล้อง

กับเหตุการณ์ที่จะทำนาย เมื่อพิจารณาตามทฤษฎีของเบย์ และคุณสมบัติที่กล่าวมาแล้วในตอนต้น จะสามารถคัดแยกประเภทของข้อมูลที่มีเหตุการณ์ มากกว่า 1 เหตุการณ์ได้ดังสมการ (2.6)

$$\left(Activity\,|F_1,F_2,...,F_n\right)\frac{P\left(F_1|Activity\right)xP\left(F_2|Activity\right)x...xP\left(F_n|Activity\right)xP\left(Activity\right)}{P\left(F_1,F_2,...,F_n\right)} \quad (2.6)$$

ในการคัดแยกประเภทข้อมูลสำหรับเหตุการณ์ใด ๆ นั้นขึ้นอยู่กับค่า P(Activity |F1, F2,..., Fn) โดยจะจัดอยู่ในประเภทใด ๆ เมื่อทำให้ P(Activity |F1, F2,..., Fn) มีค่าสูงสุด จึงหากิจกรรมพื้นฐานที่มีความน่าจะเป็นมากสุด ด้วยตัวจำแนกประเภทแบบเบย์ได้ สมมติว่าเป้าหมายของการจำแนก คือ กิจกรรมของมนุษย์ (A) โดยที่มีข้อมูลคุณลักษณะเด่นจากตัวตรวจจับ (f1,f2,...,fn) ซึ่งเราต้องการหาค่าความน่าจะเป็นของกิจกรรมของมนุษย์ที่กำลังกระทำ ณ ขณะนั้น คือ

$$A_{\text{ความน่าจะเป็นมากสุด}} = \underset{a_j \in A}{\text{ความน่าจะเป็นของกิจกรรม}} \frac{P\left(f_1,f_2...f_n|a_j\right)P\left(a_j\right)}{P\left(f_1,f_2...f_n\right)} \quad (2.7)$$

โดยที่ f_1 ในสมการเป็นค่าของคุณสมบัติ A เป็นเซ็ตของประเภทหรือค่าที่เป็นไปได้ของสมการ (2.7) แสดงการหาประเภทที่ดีที่สุดของตัวอย่าง เราจะพบว่าสมการนี้ใช้งานไม่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ เนื่องจากว่าการคำนวณค่าของ $P(f_1, f_2,..., f_n|a_j)$ ทำให้ยากลำบากมากเพื่อให้ได้ค่าที่น่าเชื่อถือในเชิงสถิติ ที่เป็นเช่นนี้เพราะว่าถ้าให้คุณสมบัติ f_i แต่ละค่าของตัวอย่างมีค่าที่เป็นไปได้ 10 ค่า และคุณสมบัติทั้งหมดมี 10 ตัว เราจะได้ว่ามีลำดับ $f_1, f_2,..., f_n$ ที่เป็นไปได้ทั้งสิ้นเท่ากับ 10^{10} รูปแบบ ซึ่งหมายความว่าเราต้องหาตัวอย่างทั้งสิ้น 10^{10} ตัว จึงจะมีโอกาสพบรูปแบบหนึ่ง ๆ ของ $a_1,a_2,..., a_n$ หนึ่งครั้งโดยประมาณ ดังนั้นถ้าต้องการให้ค่า $P(f_1 ,f_2,..., f_n|a_j)$ มีความน่าเชื่อถือเชิงสถิติ เราต้องการตัวอย่างมากกว่า 10^{10} ตัวหลายเท่า ซึ่งการจะหาตัวอย่างจำนวนมากขนาดนั้นแทบจะทำไม่ได้จริงในทางปฏิบัติ เราจึงต้องการโมเดลที่จะคำนวณ $P(f_1, f_2,..., f_n|a_j)$ ให้ได้ในเชิงปฏิบัติ

สมมติฐานของตัวจำแนกประเภทเบย์อย่างง่าย คือ เรากำหนดให้คุณสมบัติแต่ละตัวเป็นอิสระ กับคุณสมบัติอื่น ๆ ซึ่งทำให้เราสามารถเขียนแทน $P(f_1,f_2,...,f_n|a_j)$ ด้วยผลคูณของค่าความน่าจะเป็นที่หาค่าได้ง่ายขึ้น

$$P\left(f_1,f_2...f_n|a_j\right)=\prod_{i=1}^{n}P\left(f_i|a_j\right) \quad (2.8)$$

โดยที่ ∏ หมายถึงการนำค่า $P(f_i|a_j)$ ทั้งหมดมาคูณกัน การใช้สมมติฐานความไม่ขึ้นต่อกันจะช่วยให้เราคำนวณค่าความน่าจะเป็นในสูตรที่ (2.8) ได้ง่ายขึ้น เพราะความน่าจะเป็นของ f_i เมื่อรู้ a_j หาได้ง่ายกว่า เช่น ถ้าจะหาคนผิวสีน้ำตาลส่วนสูงมาก น้ำหนักมาก และไม่ใช้โลชันไปผึ่งแดดแล้วผิวจะไหม้หรือไม่ เป็นต้น เมื่อไปหาดูในฐานข้อมูลอาจจะมีโอกาสพบข้อมูลที่มีค่าครบทั้ง 4 ค่านี้น้อยมาก ๆ หรือต้องใช้จำนวนตัวอย่างมากมายมหาศาลจึงจะพบข้อมูลที่ค่าตรงตามความต้องการ แต่ถ้าเราแยกคุณสมบัติออกจากกัน เช่น หาคนผมสีน้ำตาลที่เป็นตัวอย่าง หรือหาคนที่ไม่ใช้โลชันเป็น

ตัวอย่างทำให้ใช้ตัวอย่างไม่มาก และได้คำตอบ เป็นต้น ถึงแม้ว่าคำตอบที่ได้อาจจะไม่สมบูรณ์แต่ก็พบว่าทำงานได้ดีในทางปฏิบัติ ก็จะได้ว่า

$$\text{ตัวจำแนกประเภทแบบเบย์อย่างง่าย} : a = \underset{a_j \in A}{\arg\max} P(a_j) \prod_i P(f_i | a_j) \quad (2.9)$$

จากสมการ (2.9) เป็นการคำนวณหาความน่าจะเป็นมากสุดโดยใช้ค่าความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะเด่นของข้อมูลกับค่าคลาสเป้าหมาย และความน่าจะเป็นของคลาสเป้าหมาย จะได้คำตอบซึ่งก็คือคลาสผลลัพธ์ a_j ใด ๆ ที่ถูกเลือกจะเป็นคลาสที่มีค่าความจะเป็นมากที่สุด ที่ได้จากการคำนวณ และจะถูกนำไปใช้เป็นคำตอบ

2.4 สรุป

สำหรับบทนี้ได้กล่าวถึงกระบวนการ เทคนิค และทฤษฎีของการรวมข้อมูลจากหลายตัวตรวจจับในระดับคุณลักษณะเด่นของข้อมูล ได้แก่ ข้อมูลตำแหน่ง ระนาบ และความเคลื่อนไหวของมนุษย์จากข้อมูลภาพ ลักษณะของเสียงเดินจากข้อมูลเสียง การใช้งานอุปกรณ์จากข้อมูลระดับแรงกดทับ และสถานะความเคลื่อนไหวจากข้อมูลการเคลื่อนไหว รวมเป็นชุดข้อมูลนำเข้าในการสร้างโมเดลการเรียนรู้กิจกรรมพื้นฐานของมนุษย์ 1 คน ในที่พักอาศัย ด้วยความน่าจะเป็นตามกฎของเบย์ในการหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลคุณลักษณะเด่นกับกิจกรรมพื้นฐาน และความน่าจะเป็นของกิจกรรมพื้นฐาน และทดลองจำแนกกิจกรรมพื้นฐานด้วยความน่าจะเป็นแบบเบย์ที่ได้จากการเรียนรู้ตามสถานการณ์ที่ออกแบบด้วยจำนวนตัวตรวจจับจาก 1 จนถึง 4 ตัวตรวจจับ เพื่อทดสอบประสิทธิภาพระบบจำแนกกิจกรรมพื้นฐาน

บทที่ 3
การออกแบบและพัฒนาระบบ

การออกแบบและพัฒนารูปแบบโครงสร้างการรวมข้อมูลจากหลายตัวตรวจจับในระดับคุณลักษณะเด่นโดยใช้ทฤษฎีของความน่าจะเป็นแบบเบย์ และคำนวณคุณลักษณะเด่นแบบต่าง ๆ ประยุกต์ใช้สร้างโมเดลเก็บข้อมูลเบื้องต้น เพื่อใช้ในการสร้างโมเดลการเรียนรู้สำหรับจำแนกกิจกรรมพื้นฐานของมนุษย์ 1 คน ในที่พักอาศัย กำหนดเป็นสิ่งแวดล้อมต้นแบบของการทดลอง จากนั้นทำการทดลองเปลี่ยนแปลงกิจกรรมในรูปแบบต่าง ๆ เพื่อทดสอบการจำแนกกิจกรรมพื้นฐาน

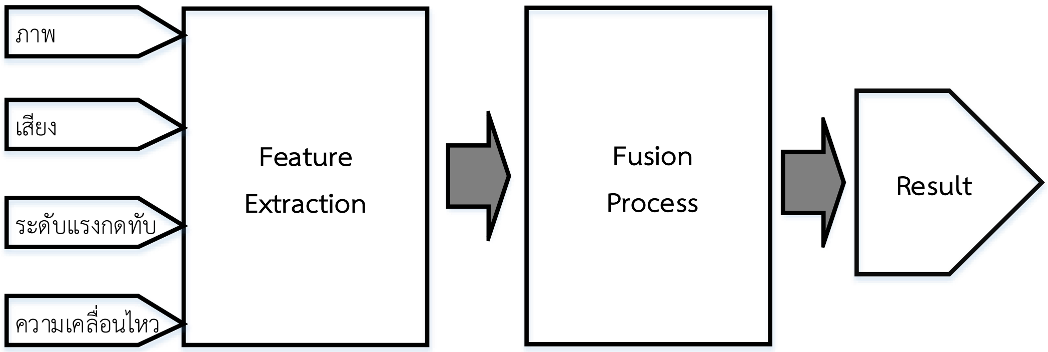
3.1 แนวคิดในการออกแบบ

การใช้ข้อมูลจากตัวตรวจจับ เพื่อประยุกต์ใช้ในการจำแนกกิจกรรมพื้นฐาน ต้องใช้ข้อมูลตัวตรวจจับที่มีความสำคัญ และมีจำนวนมากพอที่จะใช้สนับสนุนการจำแนกกิจกรรมพื้นฐานของมนุษย์ได้ ซึ่งวิธีการที่ศึกษามาจะใช้ข้อมูลจากตัวตรวจจับในการเรียนรู้ เพื่อสร้างความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลจากตัวตรวจจับกับกิจกรรมในการจำแนกกิจกรรมพื้นฐาน จึงมีแนวความคิดว่าหากสามารถรวมข้อมูลจากหลายตัวตรวจจับ ซึ่งออกแบบการวางให้มีการตรวจจับซ้อนทับกัน และเลือกเฉพาะข้อมูลคุณลักษณะเด่นที่มีความสำคัญกับกิจกรรมพื้นฐาน เป็นชุดข้อมูลในการเรียนรู้ตามกฎของเบย์ เพื่อสร้างความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะเด่นกับกิจกรรมพื้นฐาน และความน่าจะเป็นของการเกิดของแต่ละกิจกรรมพื้นฐาน ใช้ในการจำแนกกิจกรรมพื้นฐาน และทดลองจำแนกกิจกรรมพื้นฐานโดยใช้ข้อมูลจากตัวตรวจจับจาก 1 จนถึง 4 ชนิดตัวตรวจจับ เพื่อทดสอบความถูกต้องของการจำแนกกิจกรรมพื้นฐาน โดยกระบวนการและรายละเอียดขั้นตอนต่าง ๆ จะอธิบายดังต่อไปนี้

3.2 การออกแบบโครงสร้างพื้นฐานในระดับคุณลักษณะเด่น

โครงสร้างของระบบการรวมข้อมูลในระดับคุณลักษณะเด่น ระบบจะรับข้อมูลดิบจากทุกตัวตรวจจับ เข้าสู่กระบวนการดึงคุณลักษณะเด่นที่มีความสำคัญกับการจำแนกกิจกรรมพื้นฐาน จากนั้นเข้าสู่กระบวนการรวมข้อมูลด้วยความน่าจะเป็นเพื่อนำไปสู่ผลลัพธ์ในการจำแนกกิจกรรมพื้นฐานในระดับคุณลักษณะเด่นของข้อมูล ดังภาพประกอบ 3-1

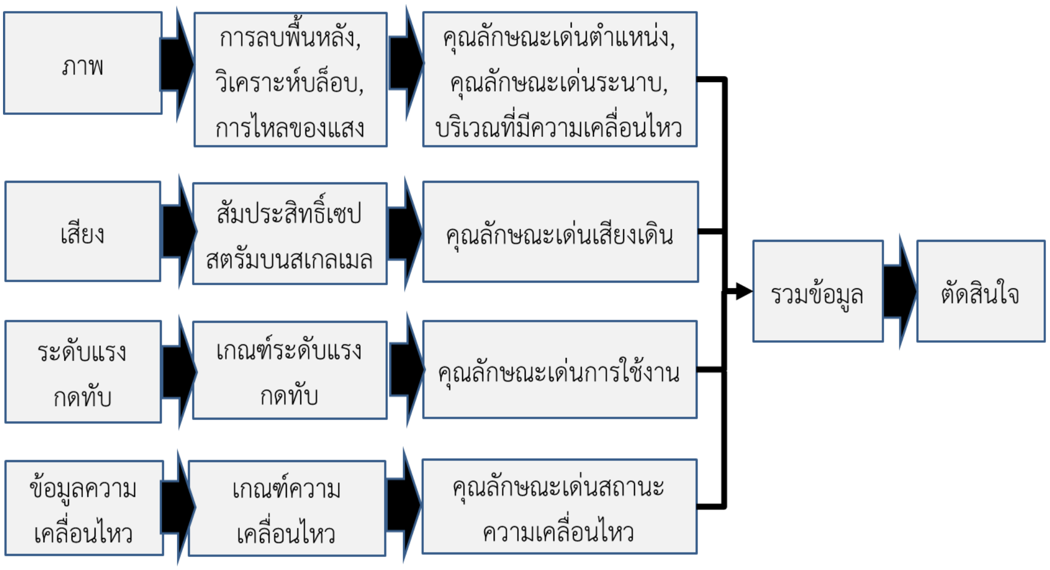
จากการศึกษางานวิจัยที่ผ่านมาได้มีการนำเสนอวิธีการต่าง ๆ การพิจารณาคุณลักษณะเด่นของข้อมูลจากตัวตรวจจับจะต้องเป็นคุณลักษณะเด่นข้อมูลที่มีประโยชน์ต่อการพิจารณาจำแนกกิจกรรมของมนุษย์ให้มีประสิทธิภาพมากที่สุด โดยจะคำนึงถึงจำนวน และประเภทของคุณลักษณะเด่นให้เหมาะสมกับระบบ



ภาพประกอบ 3-1 โครงสร้างการรวมข้อมูลจากตัวตรวจจับ

3.3 การสกัดคุณลักษณะเด่นของข้อมูล

การพิจารณาคุณลักษณะเด่นของข้อมูลจะต้องเป็นคุณลักษณะเด่นข้อมูลที่มีประโยชน์ต่อการพิจารณาจำแนกกิจกรรมของมนุษย์ให้มีประสิทธิภาพมากที่สุด โดยจะคำนึงถึงจำนวน และประเภทของคุณลักษณะเด่นให้เหมาะสมกับระบบด้วย จากการศึกษางานวิจัยในอดีตสามารถที่จะพิจารณาคุณลักษณะเด่นที่นำมาใช้เพื่อระบุพฤติกรรมของมนุษย์ซึ่งประกอบด้วยคุณลักษณะเด่นดังภาพประกอบ 3-2



ภาพประกอบ 3-2 โครงสร้างการสกัดข้อมูลคุณลักษณะเด่น

3.3.1 คุณลักษณะเด่นจากภาพ

กระบวนการประมวลผลภาพที่ได้จากกล้องวิดีโอ เพื่อคัดแยกพื้นหลังและวัตถุ (Background Subtraction) เพื่อหาบริเวณที่สนใจภายในภาพ ซึ่งเป็นวิธีที่นิยมกันอย่างแพร่หลาย เพราะสามารถประยุกต์ใช้งานง่าย จึงนำข้อมูลภาพมาสกัดคุณลักษณะเด่นตรวจจับมนุษย์ภายใน

บริเวณที่สนใจจากข้อมูลภาพ สร้างบล็อบสี่เหลี่ยมรอบมนุษย์ที่ตรวจจับได้ และค้นหาบริเวณตำแหน่งที่มีความเคลื่อนไหวภายในบริเวณที่สนใจจากข้อมูลภาพ

3.3.1.1 คุณลักษณะเด่นตำแหน่งของมนุษย์ภายในบริเวณที่สนใจ

การตรวจจับตำแหน่งของมนุษย์ในข้อมูลภาพ กำหนดแบ่งพื้นที่ออกเป็น 3 โซน ได้แก่ โซนที่ 1 เป็นโซนพักผ่อนตำแหน่งบริเวณเตียง โซนที่ 2 เป็นทางเดินโล่ง และโซนที่ 3 เป็นโซนนั่งเล่นตำแหน่งบริเวณเก้าอี้ เป็นการออกแบบตามอุปกรณ์ใช้งานที่อยู่ภายในบริเวณที่สนใจ เพื่อที่จะนำตำแหน่งของมนุษย์ที่ตรวจจับได้หาความสัมพันธ์ระหว่างโซนพื้นที่กล้องที่ 1 กับกิจกรรมพื้นฐาน แสดงดังภาพประกอบ 3-3 และความสัมพันธ์ระหว่างโซนพื้นที่กล้องที่ 2 กับกิจกรรมพื้นฐาน แสดงดังภาพประกอบ 3-4

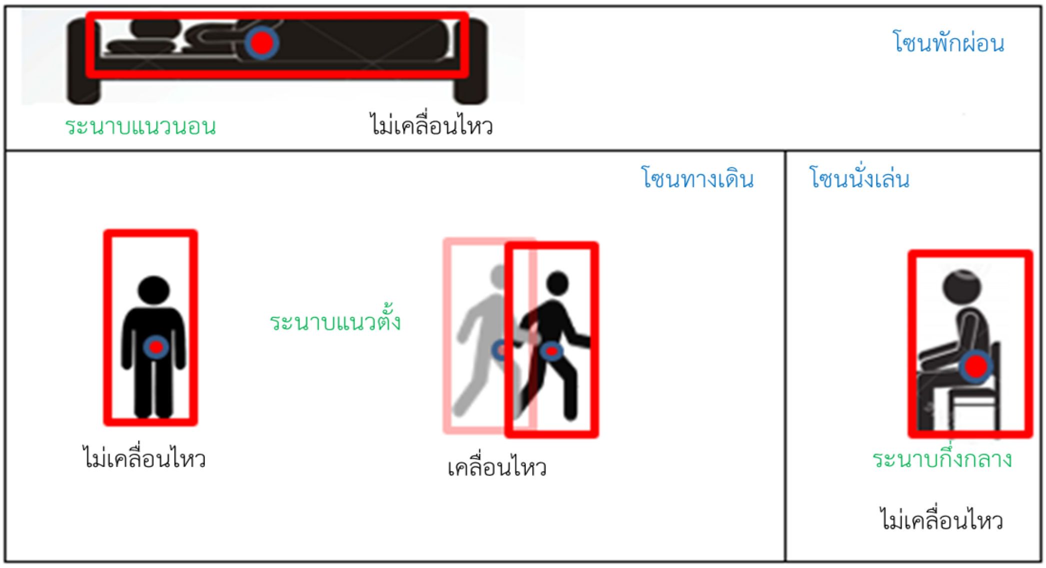
3.3.1.2 คุณลักษณะเด่นระนาบของมนุษย์

จากกระบวนการตรวจจับมนุษย์ในข้อมูลภาพ มาสร้างบล็อบสี่เหลี่ยมรอบมนุษย์ที่ตรวจจับได้ โดยจะแบ่งระนาบของมนุษย์ออกเป็น 3 ระนาบ คือระนาบแนวตั้งอัตราส่วนตั้งแต่ 0 จนถึง 0.7 ระนาบกึ่งกลางอัตราส่วนมากกว่า 0.7 ถึง 1.33 และระนาบแนวนอนอัตราส่วน มากกว่า 1.33 เป็นการออกแบบตามอัตราส่วนของความกว้างต่อความสูงที่มีความสัมพันธ์กับกิจกรรม ดังภาพประกอบ 3-3 แสดงการตรวจจับระนาบของมนุษย์ได้จากกล้องที่ 1 และ ภาพประกอบ 3-4 แสดงการตรวจจับระนาบของมนุษย์ได้จากกล้องที่ 2 ระนาบของมนุษย์มีความสัมพันธ์กับกิจกรรมพื้นฐาน และอุปกรณ์ที่กำลังใช้งาน เช่น มนุษย์แสดงท่าทางการนั่งด้วยระนาบกึ่งกลางเมื่อใช้งานเก้าอี้ เป็นต้น

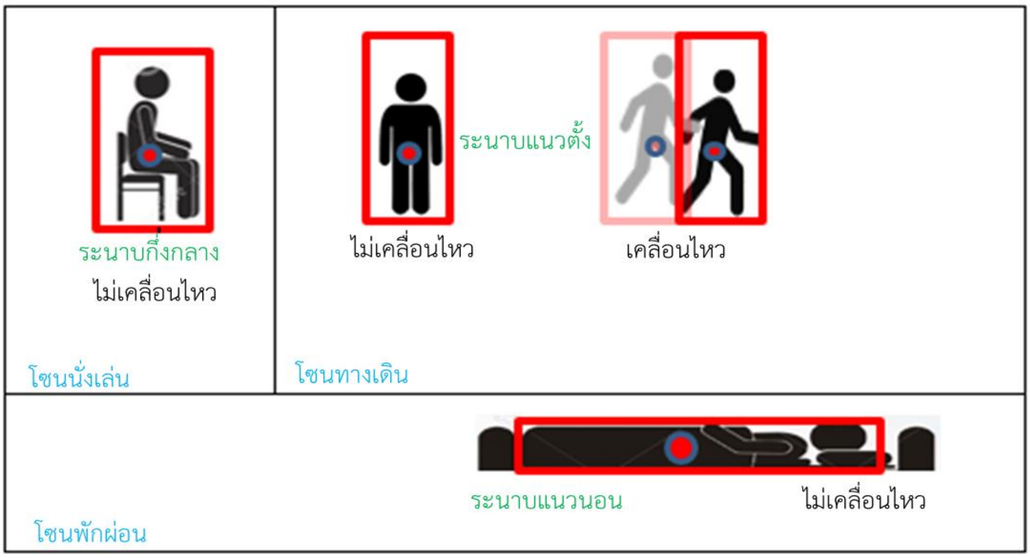
3.3.1.3 คุณลักษณะเด่นตำแหน่งที่มีความเคลื่อนไหว

เป็นการตรวจจับบริเวณที่มีความเคลื่อนไหว โดยกระบวนการสกัดคุณลักษณะเด่นจากภาพด้วยการไหลของแสง เป็นวิธีการหนึ่งที่นิยมใช้ในการตรวจจับการเคลื่อนไหวของสิ่งที่สนใจในบริเวณที่ต้องการ เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างบริเวณที่มีการเคลื่อนไหวกับกิจกรรมพื้นฐาน กำหนดแบ่งพื้นที่ออกเป็น 3 โซน ได้แก่ โซนที่ 1 เป็นโซนพักผ่อนตำแหน่งบริเวณเตียง โซนที่ 2 เป็นทางเดินโล่ง และโซนที่ 3 เป็นโซนนั่งเล่นตำแหน่งบริเวณเก้าอี้ ดังภาพประกอบ 3-3 แสดงการตรวจจับมนุษย์จากกล้องที่ 1 และภาพประกอบ 3-4 แสดงการตรวจจับมนุษย์จากกล้องที่ 2

กระบวนการประมวลผลภาพ ด้วยการสกัดคุณลักษณะเด่นของข้อมูลด้วยวิธีที่นิยมกันอย่างแพร่หลาย ในการคัดแยกมนุษย์กับพื้นหลัง สร้างบล็อบบริเวณที่ตรวจจับมนุษย์ได้ คำนวณอัตราส่วนระหว่างความกว้างกับความสูงของบล็อบ และตรวจจับบริเวณที่มนุษย์เคลื่อนไหวด้วยวิธีตรวจจับการไหลของแสง จากกล้องวิดีโอที่มีความละเอียด 640 x 480 จุดภาพ จำนวน 2 ตัว ตรวจจับกิจกรรมของมนุษย์บริเวณซ้อนทับกัน มุมมองตรงข้ามกัน แสดงดังภาพประกอบ 3-3 และภาพประกอบ 3-4



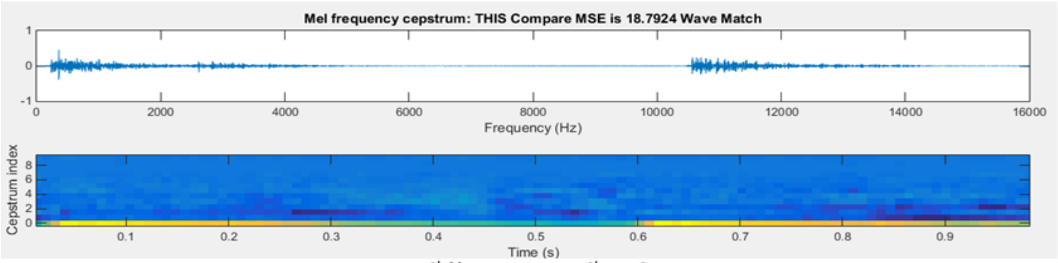
ภาพประกอบ 3-3 แสดงการตรวจจับมนุษย์จากภาพกล้องที่ 1



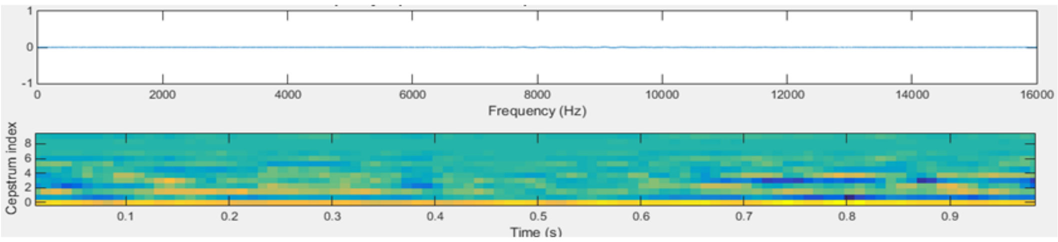
ภาพประกอบ 3-4 แสดงการตรวจจับมนุษย์จากภาพกล้องที่ 2

3.3.2 กระบวนการสกัดคุณลักษณะเด่นจากเสียง

เป็นการพิจารณาพิจารณารูปแบบของเสียงในบริเวณที่สนใจ ด้วยวิธีการหาค่าสัมประสิทธิ์เซปสตรัมบนสเกลเมล เพื่อนำไปเปรียบเทียบกับเวกเตอร์ของเสียงเดินที่บันทึกไว้ในฐานข้อมูลค่าที่ได้ คือ ค่าความแตกต่างของลักษณะเด่นของเสียงที่เข้ามาใหม่เปรียบเทียบกับลักษณะของเสียงเดิน กำหนดค่าแตกต่างไว้ไม่เกิน 30 เปอร์เซ็นต์ เพื่อนำไปหาความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะของเสียงเมื่อเปรียบเทียบกับเสียงเดินกับกิจกรรมพื้นฐาน แสดงดังภาพประกอบ 3-5



มีลักษณะของเสียงเดิน



ไม่มีลักษณะของเสียงเดิน

ภาพประกอบ 3-5 แสดงค่าสัมประสิทธิ์เซปสตรัม

3.3.3 การสกัดคุณลักษณะเด่นจากระดับแรงกดทับ

ตัวตรวจจับการกดทับทำงานโดยเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานตามน้ำหนักที่กดทับตัวตรวจจับ น้ำหนักกดทับยิ่งมากความต้านทานยิ่งน้อย ใช้ในการตรวจจับว่าเกิดแรงกดที่ตัวตรวจจับหรือไม่ เพื่อใช้ในการหาความสัมพันธ์ระหว่างแรงกดทับกับคลาสเป้าหมาย ซึ่งจะเป็นการตรวจจับการใช้งานของอุปกรณ์ที่เรานำตัวตรวจจับไปติดตั้ง ซึ่งจะได้สัญญาณความต่างศักย์ของสัญญาณ แบ่งออกเป็น 2 ระดับ คือ ไม่มีแรงกดทับเกิดขึ้น และมีแรงกดทับเกิดขึ้น เพื่อนำไปหาความสัมพันธ์ระหว่างการใช้งานอุปกรณ์กับกิจกรรมพื้นฐาน แสดงดังภาพประกอบ 3-6

มีแรงกดทับ

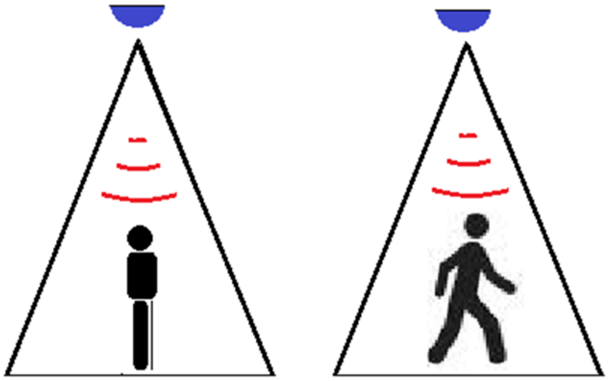
ไม่มีแรงกดทับ ไม่มีแรงกดทับ

ภาพประกอบ 3-6 แสดงการตรวจจับการกดทับจากตัววัดรแรงกดทับ

3.3.4 การสกัดคุณลักษณะเด่นจากข้อมูลการเคลื่อนไหว

วิเคราะห์ข้อมูลการเคลื่อนไหวจาก (Passive Infrared) ซึ่งจะเป็นการตรวจจับการเคลื่อนไหวของมนุษย์ในพื้นที่ที่เราสนใจ ในระบบนี้ได้แบ่งออกเป็น 2 สถานะ คือ ไม่เคลื่อนไหว

(Stationary) และเคลื่อนไหว (Movement) เพื่อนำไปหาค่าความสัมพันธ์ระหว่างสถานะความเคลื่อนไหวกับกิจกรรมพื้นฐาน แสดงดังภาพประกอบ 3-7



ภาพประกอบ 3-7 แสดงการตรวจจับความเคลื่อนไหวของตัวตรวจจับความเคลื่อนไหว

สามารถสรุปหลักการสกัดคุณลักษณะเด่นของข้อมูลจากตัวตรวจจับที่เลือกใช้ในการตรวจจับมนุษย์ภายในบริเวณที่สนใจ ได้ดังตาราง 3-1

ตาราง 3-1 สรุปชนิดของคุณลักษณะเด่น

ชนิดของข้อมูล	ประเภทของคุณลักษณะเด่น	ช่วงระดับ
ภาพ	ตำแหน่งของมนุษย์จากกล้องที่ 1 และ 2	0 = ไม่มีสิ่งที่สนใจ 1 = โซนพักผ่อน 2 = โซนทางเดิน 3 = โซนนั่งเล่น
ภาพ	ระนาบของมนุษย์จากกล้องที่ 1 และ 2	0 = ไม่มีสิ่งที่สนใจ 1 = ระนาบแนวตั้ง 2 = ระนาบกึ่งกลาง 3 = ระนาบแนวนอน
ภาพ	ตำแหน่งการเคลื่อนไหวของมนุษย์จากกล้องที่ 1 และ 2	0 = ไม่มีสิ่งที่สนใจ 1 = โซนพักผ่อน 2 = โซนนั่งเล่น 3 = โซนทางเดิน
เสียง	ลักษณะของเสียง	0 = ไม่รูปแบบของเสียงเดิน 1 = มีลักษณะของเสียงเดิน
ความเคลื่อนไหว	ข้อมูลความเคลื่อนไหว	0 = ไม่มีการเคลื่อนไหว 1 = มีการเคลื่อนไหว
ระดับแรงกดทับ	ข้อมูลการใช้งาน	0 = ไม่มีการใช้งาน 1 = มีการใช้งานเก้าอี้ 2 = ใช้งานเตียงส่วนเดียว 3 = ใช้งานเตียงสองส่วน

จากตาราง 3-1 จะเห็นชนิดของข้อมูลที่ได้จากตัวตรวจจับทั้ง 4 ชนิด นำมาสกัดคุณลักษณะเด่น 9 คุณลักษณะเด่น ใช้เป็นชุดข้อมูลนำเข้า ของการสร้างโมเดลระบบการเรียนรู้ และจำแนกกิจกรรมพื้นฐานแบบเบย์ ดังรายละเอียดจะอธิบายในหัวข้อถัดไป

3.4 การประยุกต์ใช้ความน่าจะเป็นแบบเบย์ในระบบ

การหาสมมติฐานการเกิดของกิจกรรมพื้นฐาน จากการสังเกตข้อมูลคุณลักษณะเด่นที่ได้จากตัวตรวจ 4 ประเภท ได้แก่ ภาพ (Vision) เสียง (Sound) ระดับแรงกดทับ (Force) และความเคลื่อนไหว (Motion) ตามสมมติฐานโดยการอาศัยหลักความน่าจะเป็นตามกฎของเบย์ เพื่อหาว่าสมมติฐานใดน่าจะถูกต้องที่สุด โดยมีขั้นตอนดังนี้

3.4.1 การสร้างโมเดลการเรียนรู้แบบเบย์

ตัวอย่างสมมติฐานความไม่ขึ้นต่อกันของข้อมูลคุณลักษณะเด่นจะช่วยทำให้เราคำนวณค่าความน่าจะเป็นได้ง่ายขึ้น จึงขอยกตัวอย่างดังต่อไปนี้เป็นการใช้อัลกอริทึมการเรียนรู้แบบเบย์อย่างง่ายด้วยชุดข้อมูลคุณลักษณะเด่นในกรณีไม่มีกิจกรรมพื้นฐาน (0) กรณีท่าทางการยืน (1) เดิน (2) นั่ง (3) และนอน (4) ระบบจะทำการสังเกตและบันทึกข้อมูลคุณลักษณะเด่นที่ใช้สอน เพื่อหาค่าความน่าจะเป็นของกิจกรรมพื้นฐาน และค่าความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะเด่นกับกิจกรรมพื้นฐาน ดังภาพประกอบ 3-8

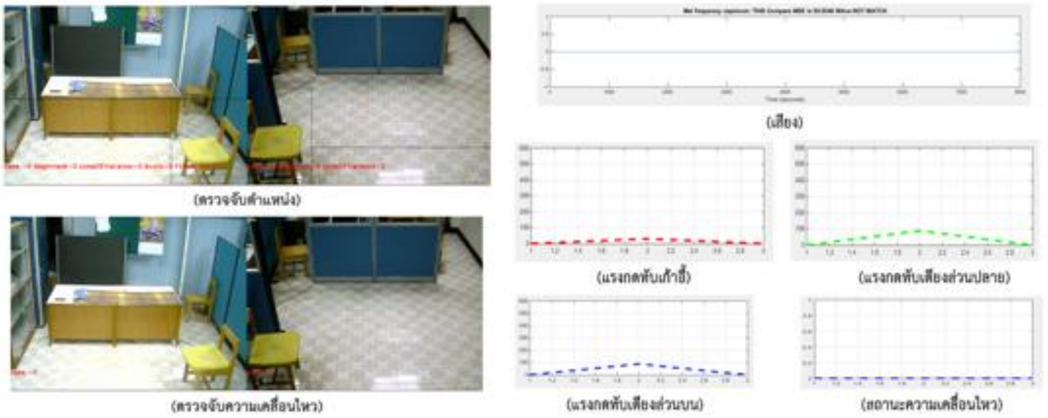
ภาพประกอบ 3-8 โมเดลการเรียนรู้ตามกฎของเบย์

3.4.1.1 การสอนการเรียนรู้แบบเบย์

การสอนให้ระบบเกิดการเรียนรู้ด้วยตัวอย่างชุดข้อมูลคุณลักษณะเด่น 9 คุณลักษณะเด่น 4 ประเภทตัวตรวจจับ จำนวน 5 นาที สังเกตข้อมูลทุก ๆ 10 วินาที จะได้ข้อมูลจำนวน 30 ชุดข้อมูล ดังตาราง ข-1 (ภาคผนวก ข.) ซึ่งตารางจะแสดงความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะเด่นของข้อมูลจากตัวตรวจจับของแต่ละชนิด และกลุ่มของกิจกรรมพื้นฐานของมนุษย์มาใช้ในการสอนการเรียนรู้แบบเบย์ตามกลุ่มของกิจกรรมพื้นฐาน

- ข้อมูลตัวตรวจจับในกรณีไม่มีกิจกรรมพื้นฐาน

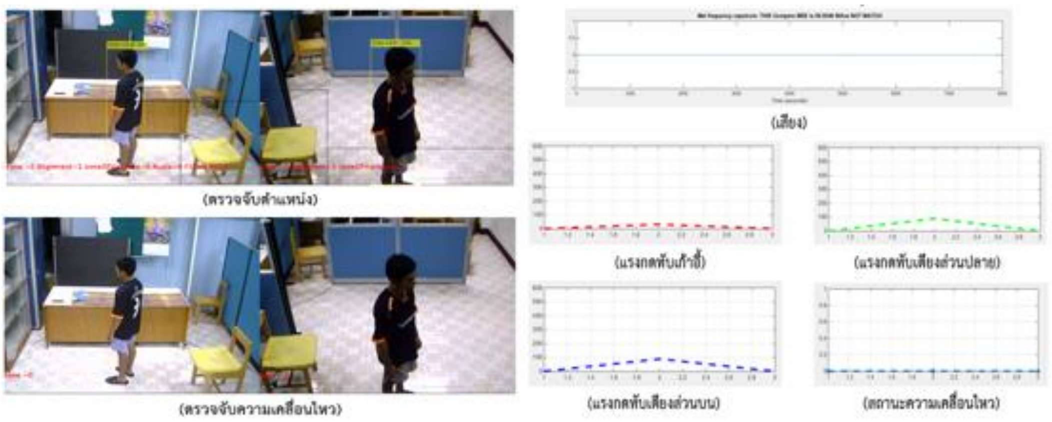
สอนระบบการเรียนรู้แบบเบย์ในกรณีที่ไม่มีกิจกรรมในบริเวณที่สนใจ โดยใช้การจำแนก และตัดสินใจของมนุษย์ที่ได้จากการสังเกตข้อมูลจากตัวตรวจจับ ดังภาพประกอบ 3-9 แสดงให้เห็นว่าไม่สามารถตรวจจับมนุษย์ในบริเวณที่สนใจได้จากข้อมูลภาพซ้ายกล้องที่ 1 ภาพขวากล้องที่ 2 ทั้งตำแหน่งของมนุษย์จากภาพบน และบริเวณที่มีความเคลื่อนไหวของมนุษย์ภาพล่าง อีกทั้งจากกราฟเสียงไม่สามารถตรวจจับเสียง ระดับแรงกดทับจากเก้าอี้เส้นสีแดง แรงกดทับจากปลายเตียงเส้นสีเขียว แรงกดทับจากหัวเตียงเส้นสีน้ำเงินซ้าย และความเคลื่อนไหวเส้นสีน้ำเงินขวา ตัวอย่างชุดข้อมูลคุณลักษณะเด่น (ตาราง ข-6)



ภาพประกอบ 3-9 ข้อมูลจากตัวตรวจจับกรณีไม่กิจกรรม (ไม่มีมนุษย์)

- ข้อมูลตัวตรวจจับในกรณีท่าทางการยืน

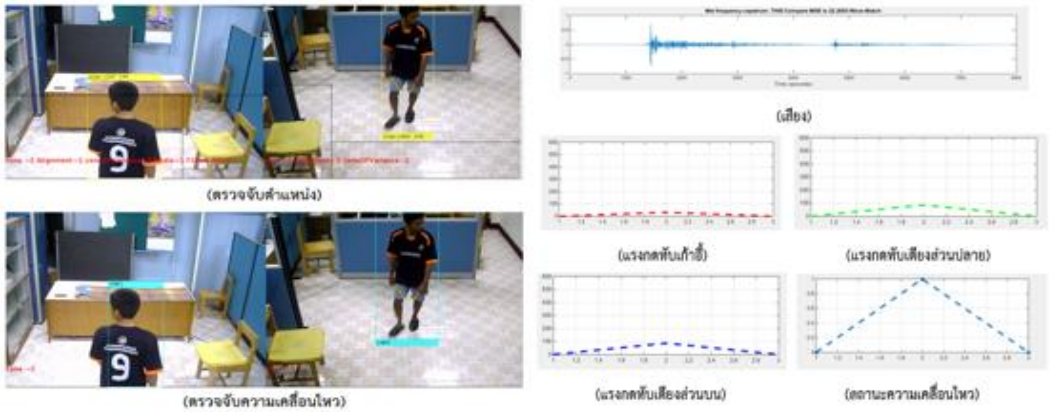
การสอนระบบการเรียนรู้แบบเบย์ในกรณีที่มนุษย์แสดงท่าทางการยืน ด้วยข้อมูลจากตัวตรวจจับ ดังภาพประกอบ 3-10 แสดงให้เห็นว่าถ้าหากมนุษย์แสดงท่าทางการยืน จะสามารถตรวจจับมนุษย์ได้ในบริเวณโซนที่ 2 ระนาบแนวตั้งแสดงดังสี่เหลี่ยมสีเหลืองในข้อมูลภาพบน แต่ไม่มีความเคลื่อนไหว เสียง และระดับแรงกดทับที่อุปกรณ์ ตัวอย่างชุดข้อมูลคุณลักษณะเด่น (ตาราง ข-2)



ภาพประกอบ 3-10 ข้อมูลจากตัวตรวจจับกรณีท่าทางยืน

- ข้อมูลตัวตรวจจับในกรณีท่าทางการเดิน

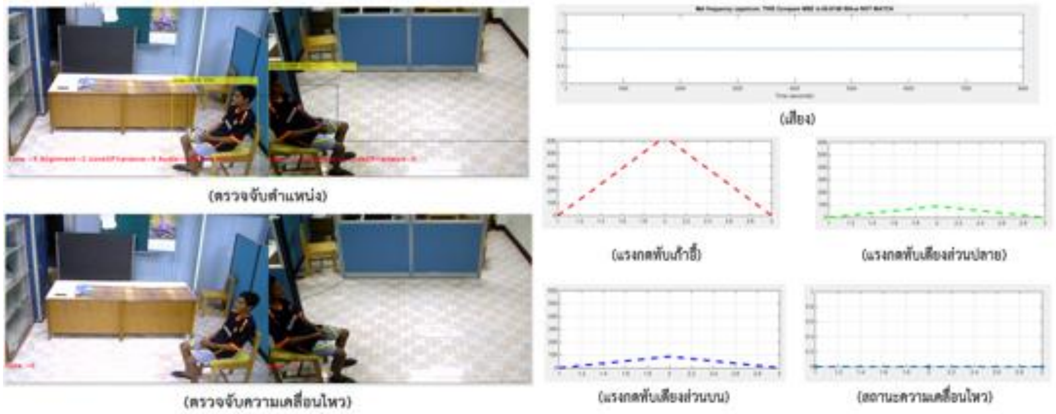
การสอนระบบการเรียนรู้แบบเบย์ในกรณีที่มนุษย์แสดงท่าทางการเดิน ด้วยข้อมูลจากตัวตรวจจับ ดังภาพประกอบ 3-11 แสดงให้เห็นในกรณีที่มนุษย์แสดงท่าทางการเดิน จะสามารถตรวจจับมนุษย์ได้ในบริเวณโซนที่ 2 ในระนาบแนวตั้งแสดงดังสี่เหลี่ยมสีเหลืองข้อมูลภาพบน มีความเคลื่อนไหวในบริเวณโซนที่ 2 แสดงดังสี่เหลี่ยมสีน้ำเงินภาพล่าง มีเสียงเกิดขึ้นเป็นจังหวะดังแสดงในกราฟเสียง แต่จะไม่การกดทับที่อุปกรณ์ และมีความเคลื่อนไหวจากข้อมูลแสดงความเคลื่อนไหวดังกราฟสีน้ำเงินขวา ตัวอย่างชุดข้อมูลคุณลักษณะเด่น (ตาราง ข-3)



ภาพประกอบ 3-11 ข้อมูลจากตัวตรวจจับกรณีท่าทางเดิน

- ข้อมูลตัวตรวจจับในกรณีท่าทางการนั่ง

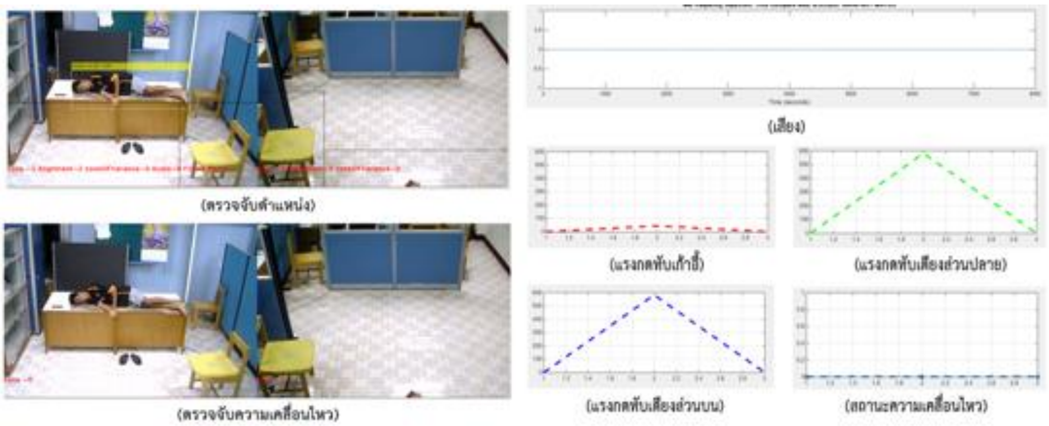
การสอนระบบการเรียนรู้แบบเบย์ในกรณีที่มนุษย์แสดงท่าทางการนั่ง ด้วยข้อมูลจากตัวตรวจจับ ดังภาพประกอบ 3-12 แสดงให้เห็นว่าเมื่อมนุษย์แสดงท่าทางการนั่ง จะสามารถตรวจจับมนุษย์ได้ในบริเวณโซนที่ 3 ในระนาบกึ่งกลาง ด้วยการกดทับเก้าอี้แสดงระดับแรงกดทับดังกราฟสีแดง แต่ไม่มีการเคลื่อนไหว และไม่เสียงเกิดขึ้น ตัวอย่างชุดข้อมูลคุณลักษณะเด่น (ตาราง ข-4)



ภาพประกอบ 3-12 ข้อมูลจากตัวตรวจจับกรณีท่าทางนั่ง

- ข้อมูลตัวตรวจจับในกรณีท่าทางการนอน

การสอนระบบการเรียนรู้แบบเบย์ในกรณีที่มนุษย์แสดงท่าทางการนอน ด้วยข้อมูลจากตัวตรวจจับ ดังภาพประกอบ 3-13 แสดงให้เห็นว่ามนุษย์แสดงท่าทางการนอน มนุษย์จะอยู่ในบริเวณโซนที่ 1 ในระนาบแนวนอน ด้วยการกดทับบนเตียงแสดงระดับแรงกดทับปลายเตียงแสดงดังกราฟเส้นสีเขียว และระดับแรงกดทับหัวเตียงดังกราฟสีน้ำเงินซ้าย แต่ไม่มีความเคลื่อนไหวจึงไม่มีเสียงเกิดขึ้น ตัวอย่างชุดข้อมูลคุณลักษณะเด่น (ตาราง ข-5)



ภาพประกอบ 3-13 ข้อมูลจากตัวตรวจจับกรณีท่าทางนอน

3.4.1.2 ความน่าเป็นของกิจกรรมพื้นฐาน

การหาความน่าจะเป็นของกิจกรรมพื้นฐาน หลังจากการสอนระบบให้เกิดการเรียนรู้จากคุณลักษณะเด่นของข้อมูลจากตัวตรวจจับทั้ง 9 คุณลักษณะเด่น 30 ชุดข้อมูล ดังนั้นจึงได้ค่าของความน่าจะเป็นของกิจกรรมพื้นฐาน (P(h) :- Prior Probabilities) ดังนี้

ความน่าจะเป็นของการยืนเกิดขึ้น 8 ชุดข้อมูลจากข้อมูลทั้งหมด= 8/30 = 0.27
ความน่าจะเป็นของการเดินเกิดขึ้น 7 ชุดข้อมูลจากข้อมูลทั้งหมด= 7/30 = 0.23
ความน่าจะเป็นของการนั่งเกิดขึ้น 8 ชุดข้อมูลจากข้อมูลทั้งหมด= 8/30 = 0.27
ความน่าจะเป็นของการนอนเกิดขึ้น 5 ชุดข้อมูลจากข้อมูลทั้งหมด= 5/30 = 0.17
ความน่าจะเป็นไม่มีกิจกรรมเกิดขึ้น 2 ชุดข้อมูลจากข้อมูลทั้งหมด= 2/30 = 0.06

3.4.1.3 ความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะเด่นกับกิจกรรมพื้นฐาน

การหาค่าความสัมพันธ์ของแต่ละคุณลักษณะเด่น (P(D|h) :- Likelihood Probabilities) กับกิจกรรมพื้นฐาน ได้ดังต่อไปนี้

- ความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะเด่นตำแหน่งจากตัวตรวจจับภายในที่พักอาศัย กล้องที่ 1 กับกิจกรรมพื้นฐานของมนุษย์ ดังตาราง 3-2 จะสังเกตเห็นความสัมพันธ์ที่ได้จากการเรียนรู้ของชุดข้อมูลคุณลักษณะเด่นใน
    - โซนพักผ่อน เกิดการยืน 1 ครั้งจากการยืนทั้งหมด 8 ครั้ง จึงได้ความสัมพันธ์ระหว่างโซนพักผ่อนกับการยืน = 0.13
    - โซนทางเดิน เกิดการยืน 6 ครั้งจากการยืนทั้งหมด 8 ครั้ง จึงได้ความสัมพันธ์ระหว่างโซนพักผ่อนกับการยืน = 0.74
    - โซนนั่งเล่น เกิดการยืน 1 ครั้งจากการยืนทั้งหมด 8 ครั้ง จึงได้ความสัมพันธ์ระหว่างโซนพักผ่อนกับการยืน = 0.13
    - ไม่สามารถตรวจจับมนุษย์ได้ เกิดการยืน 0 ครั้งจากการยืนทั้งหมด 8 ครั้ง จึงได้ความสัมพันธ์ระหว่างโซนพักผ่อนกับการยืน = 0

ตาราง 3-2 ความสัมพันธ์ตำแหน่งของมนุษย์จากกล้องที่ 1 กับกิจกรรมพื้นฐาน

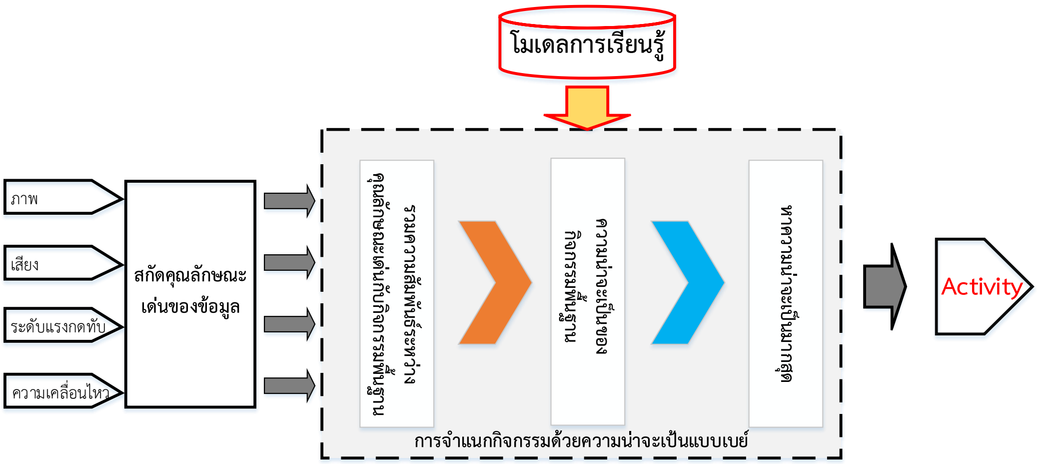
กิจกรรม	โซนพักผ่อน	โซนทางเดิน	โซนนั่งเล่น	ไม่มีสิ่งสนใจ
ยืน	0.13	0.74	0.13	0
เดิน	0.14	0.72	0.14	0
นั่ง	0.4	0	0.6	0
นอน	1	0	0	0
ไม่มีกิจกรรม	0	0	0	1

- ความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะเด่นระนาบของมนุษย์ที่ตรวจจับได้ภายในที่พักอาศัยจากกล้องที่ 1 กับกิจกรรมพื้นฐานของมนุษย์ (ตาราง ข-7)
- ความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะเด่นการตรวจจับการเคลื่อนไหวที่ตรวจจับได้ภายในที่พักอาศัยจากกล้องที่ 1 กับกิจกรรมพื้นฐานของมนุษย์ (ตาราง ข-8)
- ความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะเด่นตำแหน่งจากตัวตรวจจับภายในที่พักอาศัยกล้องที่ 2 กับกิจกรรมพื้นฐานของมนุษย์ (ตาราง ข-10)
- ความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะเด่นระนาบของมนุษย์ที่ตรวจจับได้ภายในที่พักอาศัยจากกล้องที่ 2 กับกิจกรรมพื้นฐานของมนุษย์ (ตาราง ข-11)
- ความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะเด่นการตรวจจับการเคลื่อนไหวที่ตรวจจับได้ภายในที่พักอาศัยจากกล้องที่ 2 กับกิจกรรมพื้นฐานของมนุษย์ (ตาราง ข-12)
- ความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะเด่นของข้อมูลจากการตรวจจับจังหวะของเสียงเดินภายในที่พักอาศัยกับกิจกรรมพื้นฐานของมนุษย์ (ตาราง ข-13)
- ความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะเด่นการตรวจจับการใช้อุปกรณ์ (เก้าอี้และเตียง) ภายในที่พักอาศัยกับกิจกรรมพื้นฐานของมนุษย์ (ตาราง ข-14)
- ความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะเด่นความเคลื่อนไหวของมนุษย์ในพื้นที่บริเวณที่สนใจภายในที่พักอาศัยกับกิจกรรมพื้นฐานของมนุษย์ (ตาราง ข-15)

จากตัวอย่างการสร้างโมเดลการเรียนรู้แบบเบย์จนได้ความน่าจะเป็นของกิจกรรมพื้นฐาน และความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะเด่นกับกิจกรรมพื้นฐานแล้ว ดังนั้นจึงสามารถนำค่าที่ได้มาใช้ในการจำแนกกิจกรรมพื้นฐานเมื่อทราบค่าของคุณลักษณะเด่นของข้อมูล

3.4.2 ระบบจำแนก และตัดสินใจโดยใช้ความน่าจะเป็นแบบเบย์

ขั้นตอนจำแนกกิจกรรมพื้นฐานด้วยการรวมข้อมูลคุณลักษณะเด่นจากตัวตรวจจับด้วยความน่าจะเป็นแบบเบย์ เป็นการนำค่าความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะเด่นกับกิจกรรมพื้นฐานของแต่ละคุณลักษณะเด่นมาคูณกัน และถ่วงน้ำหนักด้วยความน่าจะเป็นของกิจกรรมพื้นฐานทุกกิจกรรมพื้นฐาน แล้วหากิจกรรมที่มีความน่าจะเป็นมากที่สุด เพื่อทดสอบประสิทธิภาพ และความถูกต้องในการจำแนกกิจกรรมพื้นฐานของระบบ ดังภาพประกอบ 3-14 และจะยกตัวอย่างชุดข้อมูลที่คุณลักษณะเด่นเพื่อใช้ในการจำแนกกิจกรรมพื้นฐาน ดังตัวอย่างที่ 1



ภาพประกอบ 3-14 การจำแนกกิจกรรมพื้นฐานด้วยความน่าจะเป็นแบบเบย์

<u>ตัวอย่างที่1</u> กำหนดให้ตัวอย่างใหม่ที่จะต้องการจำแนกประเภท เมื่อทราบคุณลักษณะเด่น

มีชุดข้อมูล <ตำแหน่งของมนุษย์กล้องที่ 1 = โซนทางเดิน (2), ระนาบของมนุษย์กล้องที่ 1 = แนวตั้ง (1), ตำแหน่งที่มีความเคลื่อนไหวกล้องที่ 1 = โซนทางเดิน (2), ตำแหน่งของมนุษย์กล้องที่ 2 = โซนทางเดิน (2), ระนาบของมนุษย์กล้องที่ 2 = แนวตั้ง (1), ตำแหน่งที่ความเคลื่อนไหวกล้องที่ 2 = โซนทางเดิน (2), ลักษณะของเสียง = มีลักษณะเสียงเดิน (1), การใช้งานอุปกรณ์ = ไม่มีการใช้งาน (0), สถานะความเคลื่อนไหว = มีความเคลื่อนไหว (1)>

ต้องการจำแนกกิจกรรมพื้นฐานของมนุษย์ภายในห้องพักว่ากำลังกระทำกิจกรรมใดระหว่าง ยืน เดิน นั่ง นอน หรือ ไม่มีกิจกรรมใด ๆ หากทราบชุดข้อมูลคุณลักษณะเด่นตามชุดข้อมูลด้านบน สามารถพิจารณาข้อมูล และคำนวณด้วยการกระทำดังต่อไปนี้

$$A_{MAP} = \underset{a_j \in \{Stand, Walk, Sit, Sleep, NoActivity\}}{\operatorname{argmax}} P(a_j) \prod_i P(f_i|a_j) \qquad (3.1)$$

กำหนดให้ f_i คือ คุณลักษณะเด่น

a_j คือ กิจกรรมพื้นฐาน

แทนค่าในสมการที่ (3.1)

- เมื่อต้องการหาค่าความน่าจะเป็นของท่าทางการยืน (Stand)

$a_{\text{เดิน}}$ = Pr(ตำแหน่งมนุษย์โซน 2 กับท่าทางการเดิน) x Pr(ระนาบแนวตั้งกับท่าทางการเดิน) x Pr(ตำแหน่งมีความเคลื่อนไหวโซน 2 กับท่าทางการเดิน) x Pr(ตำแหน่งมนุษย์โซน 2 กับท่าทางการเดิน) x Pr(ระนาบแนวตั้งกับท่าทางการเดิน) x Pr(ตำแหน่งมีความเคลื่อนไหวโซน 2 กับท่าทางการเดิน) x Pr(ลักษณะของเสียงเดินกับท่าทางการเดิน) x Pr(ไม่มีการใช้งานอุปกรณ์กับท่าทางการเดิน) x Pr(สถานะมีความเคลื่อนไหวกับท่าทางการเดิน) x P(ท่าทางการเดิน)

$a_{\text{เดิน}} = (0.72) \times (0.57) \times (1) \times (0.72) \times (0.57) \times (1) \times (0.86) \times (1) \times (1) \times (0.23)$
$= 0.033$

เมื่อ Pr คือ ความสัมพันธ์
P คือ ความน่าจะเป็น

ท่าทางการเดินมีความน่าจะเป็นเท่ากับ 0.033 และใช้ชุดข้อมูลคุณลักษณะเด่นชุดเดียวกันในการหาค่าความน่าจะเป็นของท่าทางการยืน นั่ง นอน และไม่มีกิจกรรมพื้นฐาน เพื่อหากิจกรรมที่มีความน่าจะเป็นมากสุด

- ความน่าจะเป็นของกิจกรรมพื้นฐาน

$A_{\text{ความน่าจะเป็นทั้งหมด}}$ = P(ท่าทางการยืน) + P(ท่าทางการเดิน) + P(ท่าทางกานั่ง) + P(ท่าทางการนอน) + P(ไม่มีกิจกรรม)
= 0 + 0.033 + 0 + 0 + 0 = 0.033

เมื่อ P คือ ความน่าจะเป็น

- เมื่อลดความซ้ำซ้อนของข้อมูล

ความน่าจะเป็นของท่าทางการยืน	= 0 / 0.033	= 0
ความน่าจะเป็นของท่าทางการเดิน	= 0.033 / 0.033	= 1
ความน่าจะเป็นของท่าทางการนั่ง	= 0 / 0.033	= 0
ความน่าจะเป็นของท่าทางการนอน	= 0 / 0.033	= 0
ความน่าจะเป็นไม่มีกิจกรรม	= 0 / 0.033	= 0

ผลการคำนวณหาความน่าจะเป็นมากสุดสรุปได้ว่า จากข้อมูลคุณลักษณะเด่นภายในบริเวณที่สนใจมีชุดข้อมูล <โซน 2, แนวตั้ง, โซน 2, โซน 2, แนวตั้ง โซน 2, ลักษณะเสียงเดิน, ไม่มีการใช้งาน, มีความเคลื่อนไหว> จะได้ว่ามีความน่าจะเป็นว่าบุคคลภายในห้องกำลังแสดงท่าทางการเดินมากที่สุด

จากตัวอย่างในการคำนวณหาความน่าจะเป็นมากสุดของกิจกรรมพื้นฐานเมื่อทราบข้อมูลคุณลักษณะเด่น 9 คุณลักษณะเด่น แต่เราไม่สามารถทราบว่าคำตอบที่ระบบจำแนกนั่นมีความถูกต้องมากน้อยเพียงใดจึงต้องมีการทดสอบความถูกต้องของระบบจำแนกกิจกรรมพื้นฐานที่ได้ออกแบบ

3.4.3 วิธีการทดสอบความถูกต้องของระบบจำแนกกิจกรรมพื้นฐาน

เมื่อสอนการเรียนรู้แบบเบย์ให้แก่ระบบด้วยชุดข้อมูลคุณลักษณะเด่นจะเห็นว่าข้อมูลคุณลักษณะเด่นแต่ละชนิดจะมีความสัมพันธ์ต่อกิจกรรมพื้นฐานที่ต่างกัน ทำให้ส่งผลต่อความถูกต้องของการจำแนกกิจกรรมพื้นฐานด้วย จึงต้องมีการทดสอบประสิทธิภาพของข้อมูลแต่ละชนิดที่ใช้ในการจำแนกกิจกรรม โดยสุ่มเลือกข้อมูลคุณลักษณะเด่นของแต่ละตัวตรวจจับมาทำการทดสอบความถูกต้องในการจำแนกกิจกรรมพื้นฐาน ด้วยวิธีการจำแนกกิจกรรมพื้นฐานที่ได้ออกแบบไว้

3.4.3.1 ทดสอบประสิทธิภาพระบบการรวมข้อมูลคุณลักษณะเด่น

การวัดความถูกต้องของการจำแนกกิจกรรมพื้นฐานด้วยระบบการรวมข้อมูลคุณลักษณะเด่นที่ออกแบบ ด้วยความน่าจะเป็นของกิจกรรมพื้นฐาน และความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะเด่นกับกิจกรรมพื้นฐานที่ได้จากการเรียนรู้ โดยทดลองใช้ข้อมูลคุณลักษณะเด่นจากตัวตรวจจับ 4 ชนิดตัวตรวจจับ เพื่อทดสอบประสิทธิภาพ และความถูกต้องในการจำแนกกิจกรรมพื้นฐานของระบบโดยการวัดความถูกต้องด้วยการเปรียบเทียบกับการตัดสินใจของมนุษย์มีขั้นตอนดังนี้

1) สุ่มเลือกข้อมูลคุณลักษณะเด่นจากชุดข้อมูลที่ใช้สอนระบบการเรียนรู้ โดยแบ่งเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่

   กลุ่มที่ 1 ทดสอบความถูกต้องของการจำแนกกิจกรรมพื้นฐานด้วยความน่าจะเป็นแบบเบย์ ในการใช้ข้อมูลคุณลักษณะเด่นเพียง 1 คุณลักษณะเด่น แยกทดสอบ 4 ชนิดตัวตรวจจับ เพื่อวัดประสิทธิภาพความสัมพันธ์ของคุณลักษณะเด่นแต่ละชนิดกับกิจกรรมพื้นฐาน

   กลุ่มที่ 2 ทดสอบความถูกต้องของการจำแนกกิจกรรมพื้นฐานด้วยความน่าจะเป็นแบบเบย์ เป็นการทดสอบต่อจากการทดสอบกลุ่มที่ 1 ด้วยการใช้ข้อมูลจากการรวมข้อมูลคุณลักษณะเด่น 2 ชนิดคุณลักษณะเด่น 4 ประเภทตัวตรวจจับที่ไม่ซ้ำกัน

   กลุ่มที่ 3 ทดสอบความถูกต้องของการจำแนกกิจกรรมพื้นฐานด้วยความน่าจะเป็นแบบเบย์ เป็นการทดสอบต่อจากการทดสอบกลุ่มที่ 2 ด้วยการใช้ข้อมูลจากการรวมข้อมูลคุณลักษณะเด่น 3 ชนิดคุณลักษณะเด่น 4 ประเภทตัวตรวจจับที่ไม่ซ้ำกัน

2) จำแนกกิจกรรมพื้นฐานด้วยความน่าจะเป็นแบบเบย์ โดยใช้ค่าความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะเด่นกับกิจกรรมพื้นฐาน และค่าความน่าจะเป็นของกิจกรรมพื้นฐานจากโมเดลการเรียนรู้แบบเบย์
3) บันทึกข้อมูลคุณลักษณะเด่นที่ใช้ทดสอบ และผลการจำแนกกิจกรรมพื้นฐานด้วยระบบที่ออกแบบทุก ๆ 0.5 วินาที
4) ประเมินความถูกต้องของการจำแนกกิจกรรมพื้นฐานของระบบที่ออกแบบกับชุดข้อมูลการตัดสินใจของมนุษย์ที่ใช้สอนการเรียนรู้เบย์
5) วิเคราะห์ผล และเปรียบเทียบผลการทดลองชุดข้อมูล

เมื่อทดสอบการรวมข้อมูลด้วยวิธีการสุ่มเลือกคุณลักษณะเด่นแบบ 1, 2, และ 3 ชนิดข้อมูลคุณลักษณะเด่น ใช้ในการจำแนกกิจกรรมพื้นฐานด้วยความน่าจะเป็นแบบเบย์ จะทำให้ทราบถึงประสิทธิภาพ และความถูกต้องของการจำแนกกิจกรรมพื้นฐานหากใช้ข้อมูลคุณลักษณะเด่นเพียง 1 ชนิด หรือการรวมข้อมูลด้วยกัน 2 และ 3 ชนิด อย่างไรก็ตาม จึงมีแนวคิดที่จะเพิ่มจำนวนคุณลักษณะเด่นจากข้อมูลภาพ และเพิ่มชนิดตัวตรวจจับที่มีความสำคัญกับการจำแนกกิจกรรมพื้นฐาน เพื่อให้สามารถจำแนกกิจกรรมพื้นฐานอย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นดังการทดสอบต่อไป

3.4.3.2 การทดสอบประสิทธิภาพการจำแนกกิจกรรมพื้นฐานด้วยความน่าจะเป็นแบบเบย์

จากการทดสอบรวมข้อมูลจากหลายตัวตรวจจับจะทำให้เห็นประสิทธิภาพของการรวมข้อมูลจากหลายตัวตรวจจับ ทำให้การจำแนกกิจกรรมพื้นฐานมีประสิทธิภาพมากขึ้น ดังนั้นการทดสอบนี้จะเป็นการทดสอบความถูกต้องของการจำแนกกิจกรรมพื้นฐานด้วยความน่าจะเป็นแบบเบย์ตามขั้นตอนต่อไปนี้

1) นำชุดข้อมูลจากตัวตรวจจับที่ใช้สอนระบบเรียนรู้เบย์ทั้ง 4 ประเภท ได้แก่ ภาพ เสียง ระดับแรงกดทับ และการเคลื่อนไหว เข้าสู่กระบวนการสกัดคุณลักษณะเด่นได้ 9 คุณลักษณะเด่น
2) รวมข้อมูลในระดับคุณลักษณะเด่น 9 คุณลักษณะเด่นด้วยระบบที่ออกแบบ
3) จำแนกกิจกรรมพื้นฐานด้วยความน่าจะเป็นแบบเบย์
4) บันทึกข้อมูลการจำแนกกิจกรรมพื้นฐานด้วยระบบที่ออกแบบทุก ๆ 0.5 วินาที
5) ประเมินผลความถูกต้องของการจำแนกด้วยระบบที่ออกแบบกับชุดข้อมูลการตัดสินใจของมนุษย์ที่ใช้สอนการเรียนรู้
6) วิเคราะห์ผลการทดลอง

3.5 สรุปขั้นตอนการออกแบบ

ในงานวิจัยนี้ได้ออกแบบและพัฒนาระบบการรวมข้อมูลจากหลายตัวตรวจจับในระดับคุณลักษณะเด่น เพื่อใช้ในการจำแนกประเภท และตัดสินใจกิจกรรมพื้นฐานของมนุษย์โดยใช้ความน่าจะเป็นจากการเรียนรู้แบบเบย์ ซึ่งจะประกอบไปด้วย 2 ส่วนหลัก ๆ คือ

1) ระบบการสอนการเรียนรู้ให้แก่ระบบ
2) ระบบจำแนกและตัดสินใจ โดยใช้ข้อมูลความน่าจะเป็นที่เกิดจากการเรียนรู้แบบเบย์

สำหรับบทนี้ได้กล่าวถึงการออกและพัฒนาระบบการรวมข้อมูล โดยการประยุกต์ใช้ทฤษฎีของเบย์ หัวข้อสำคัญ ๆ ได้แก่ แนวคิดในการออกแบบ โครงสร้างของระบบ การวิเคราะห์ข้อมูลจากตัวตรวจจับ และขั้นตอนต่าง ๆ ในการออกแบบระบบการเรียนรู้แบบเบย์เพื่อสอนระบบในการหาค่าความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะเด่นกับกิจกรรมพื้นฐาน และความน่าจะเป็นของกิจกรรมพื้นฐาน เพื่อใช้ทดสอบการจำแนกของระบบ ในการทดลองใช้ข้อมูลเพียงชนิดเดียว แล้วเพิ่มจำนวนชนิดของข้อมูล เข้าสู่ระบบการรวมข้อมูลที่ออกแบบไว้โดยใช้ค่าความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลคุณลักษณะเด่นกับกิจกรรมพื้นฐานในระบบที่ออกแบบไว้ ถ่วงน้ำหนักด้วยความน่าจะเป็นของกิจกรรมพื้นฐาน ได้ความน่าจะเป็นมากสุดของกิจกรรมพื้นฐานตามทฤษฎีความน่าจะเป็นแบบเบย์

บทที่ 4
ผลการทดลอง

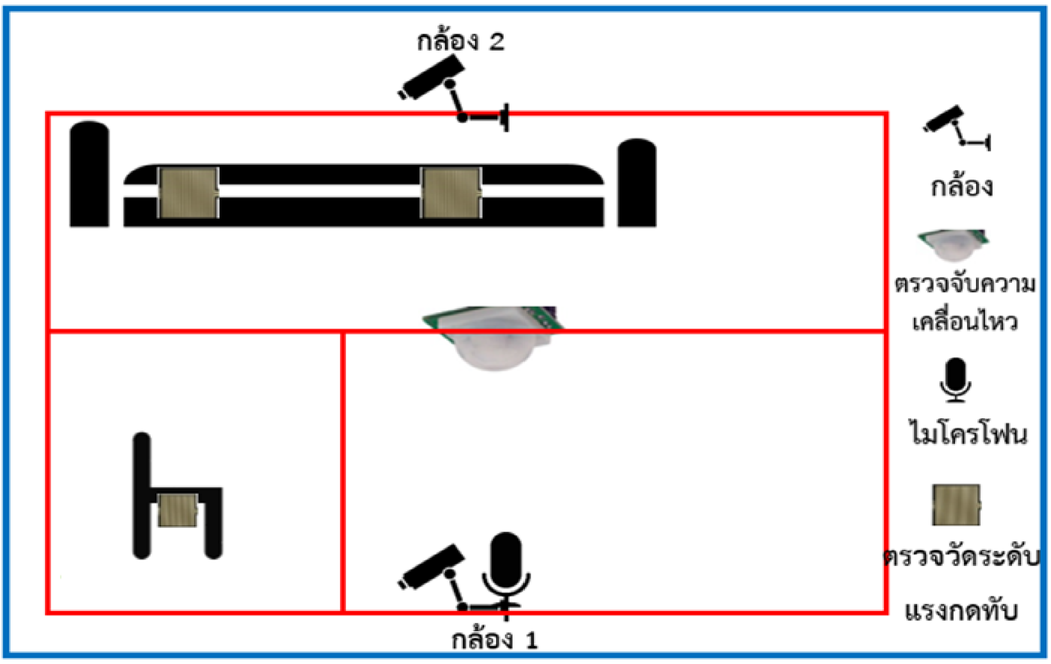
ในบทนี้จะกล่าวถึงผลลัพธ์ที่ได้จากทำการทดลองระบบการจำแนก และตัดสินใจกิจกรรมพื้นฐานของมนุษย์ โดยใช้ความน่าจะเป็นแบบเบย์ ทดสอบการตัดสินใจแยกออกเป็น 4 ตอน โดยมีจุดประสงค์ต่างกันคือ 1) อธิบายสภาพแวดล้อมในการทดสอบ 2) สอนการเรียนรู้ให้แก่ระบบ 3) ทดสอบการจำแนกกิจกรรมพื้นฐานด้วยการสุ่มใช้ข้อมูลคุณลักษณะเด่นตามสมมติฐานการเพิ่มจำนวนข้อมูล และ 4) ทดสอบจำแนกกิจกรรมพื้นฐานด้วยการประยุกต์ใช้ข้อมูลคุณลักษณะเด่นจากทุกตัวตรวจจับ โดยใช้ระบบที่ออกแบบ หลังจากนั้นจะเป็นการวิเคราะห์ และสรุปผลการทดลองเพื่อให้เข้าใจได้ง่าย เป็นแนวทางในการศึกษาพัฒนาต่อยอดได้

4.1 สภาพแวดล้อมในการทดสอบ

จากการพิจารณาตัวตรวจจับที่เลือกใช้ในระบบที่มีประโยชน์ต่อการพิจารณาจำแนกกิจกรรมของมนุษย์ให้มีประสิทธิภาพมากที่สุด โดยจะคำนึงถึงจำนวน และประเภทของตัวตรวจจับให้เหมาะสมกับระบบมาใช้ในการติดตั้งในบริเวณสิ่งแวดล้อมที่ต้องการทดสอบเก็บข้อมูลกิจกรรมพื้นฐานของมนุษย์ที่แสดงท่าทางแบบสุ่มอย่างต่อเนื่อง

4.1.1 ตำแหน่งตัวตรวจจับ

ข้อมูลที่ได้จากตัวตรวจจับนั้นจะแตกต่างกันออกไปตามประเภทของตัวตรวจจับ จึงต้องออกแบบการติดตั้งตัวตรวจจับให้มีบริเวณขอบเขตที่มีการซ้อนทับกัน เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ครอบคลุมมากที่สุด ดังนั้นขั้นตอนหลังจากนี้จะเป็นการนำตัวตรวจจับที่ให้ข้อมูลตามที่คัดเลือกมาติดตั้งในบริเวณที่ต้องการออกแบบให้เหมาะสมที่สุด ในระบบนี้จะติดตั้งภายในสถานที่ปิด เพื่อใช้ในการทดสอบระบบตรวจจับการแสดงท่าทางของมนุษย์ 1 คน ภายในที่พักอาศัย ดังภาพประกอบ 4-1 แสดงตำแหน่งของตัวตรวจจับแต่ละชนิดภายในห้องตามสัญลักษณ์ที่กำหนดไว้ภายในภาพ แสดงให้เห็นว่าในบริเวณที่ออกแบบประกอบด้วยตัวตรวจจับ 4 ประเภท ได้แก่ กล้องที่มีความละเอียด 640 x 480 จุดภาพ จำนวน 2 ตัว ตรวจจับพื้นที่ในบริเวณเดียวกันในลักษณะตรงกันข้ามเพื่อให้ได้มุมมองภาพที่ครอบคลุมมากยิ่งขึ้น ไมโครโฟนจำนวน 1 ตัว เนื่องจากจะนำมาตรวจจับเสียงเดินเป็นหลักดังนั้นจึงตัวติดตั้งไว้ในบริเวณโซนทางทางเดิน ตัวตรวจวัดระดับแรงกดทับนำมาตรวจจับการใช้งานเก้าอี้และเตียงจะตรวจจับการใช้งานสองส่วนแยกจากกันจึงต้องติดตั้งที่เก้าอี้ 1 ตัว และติดตั้งที่เตียง 2 ตัว และตัวตรวจจับความเคลื่อนไหวใช้ในการตรวจจับการเคลื่อนไหวในบริเวณที่สนใจจำนวน 1 ตัว ต่อไปจะเป็นวิธีการขั้นตอนในการเก็บข้อมูลสำหรับใช้ในการทดสอบจำแนกกิจกรรมพื้นฐานในสภาพแวดล้อมที่ออกแบบ



ภาพประกอบ 4-1 ตำแหน่งตัวตรวจจับในบริเวณทดสอบ

4.1.2 ลักษณะการเก็บข้อมูลในสภาพแวดล้อมทดสอบ

การเก็บข้อมูลในสภาพแวดล้อมห้องขนาด 3 x 4 เมตร ไม่มีการเปลี่ยนแปลงแสงสว่าง ทดสอบเก็บข้อมูลของมนุษย์ 1 คน ที่แสดงท่าทางกิจกรรมพื้นฐาน ประกอบด้วย ท่าทางการยืน เดิน นั่ง และนอน แบบสุ่มอย่างต่อเนื่องเป็นระยะเวลา 10 นาที โดยเริ่มต้นจะเป็นกรณีไม่มีกิจกรรมพื้นฐาน คือไม่มีมนุษย์อยู่ในบริเวณที่ใช้ทดสอบ ต่อมาจะให้มนุษย์ 1 คน เดินเข้ามาในบริเวณที่ใช้ทดสอบบริเวณโซนทางเดิน โดยใส่รองเท้าเพื่อให้มีเสียงเดินที่ชัดเจนยิ่งขึ้น หยุดเดินและยืนบริเวณโซนทางเดินโดยไม่เปลี่ยนตำแหน่งของร่างกาย แล้วเดินและหยุดเป็นระยะในบริเวณโซนทางเดิน หยุดเดินและยืนในบริเวณโซนนั่งเล่นต่อจากนั้นจะนั่งบริเวณตรงกลางเก้าอี้ โดยไม่ขยับร่างกาย จากนั้นลุกจากเก้าอี้และยืน เดินไปในบริเวณโซนพักผ่อนหยุดเดินและยืน ต่อจากนั้นนั่งบนเตียงส่วนตรงกลางปลายเตียงและนอนให้ศีรษะลงตรงกลางหมอน นั่งและยืนในบริเวณโซนพักผ่อน และเดินออกจากบริเวณที่ใช้ทดสอบ

4.1.3 ข้อมูลคุณลักษณะเด่น

การพิจารณาคุณลักษณะเด่นของข้อมูลจากตัวตรวจจับจะต้องเป็นคุณลักษณะเด่นข้อมูลที่มีประโยชน์ต่อการพิจารณาจำแนกกิจกรรมของมนุษย์ให้มีประสิทธิภาพมากที่สุด โดยจะคำนึงถึงจำนวน และประเภทของคุณลักษณะเด่นให้เหมาะสมกับระบบด้วย ซึ่งประกอบด้วยคุณลักษณะเด่นดังต่อไปนี้

1) คุณลักษณะเด่นตำแหน่งของมนุษย์ ใช้ในการตรวจจับ และติดตามมนุษย์ภายในบริเวณที่ต้องการ เพื่อหาส่วนที่มีความเปลี่ยนแปลงภายในเฟรม และระบุตำแหน่งพิกัดที่มีมนุษย์ภายในบริเวณที่สนใจ จำนวน 2 คุณลักษณะเด่น

2) คุณลักษณะเด่นระนาบของมนุษย์ ใช้ในการตรวจจับลักษณะระนาบของมนุษย์ จำนวน 2 คุณลักษณะเด่น
3) คุณลักษณะเด่นตำแหน่งที่มีการเคลื่อนไหว ใช้ในการตรวจจับการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งของมนุษย์ภายในบริเวณที่สนใจ จำนวน 2 คุณลักษณะเด่น
4) คุณลักษณะเด่นลักษณะเสียง จะใช้ตรวจจับลักษณะของเสียงเมื่อเปรียบเทียบกับเสียงเดินว่ามีความเหมือนหรือแตกต่างกันมากน้อยแค่ไหน จำนวน 1 คุณลักษณะเด่น
5) คุณลักษณะเด่นสถานะความเคลื่อนไหว ใช้ในการตรวจจับการสถานะความเคลื่อนไหวของมนุษย์ ในบริเวณที่สนใจว่ามีความเคลื่อนไหวหรือไม่ จำนวน1 คุณลักษณะเด่น
6) คุณลักษณะเด่นการใช้งานอุปกรณ์ ใช้งานของอุปกรณ์ต่าง ๆ ภายในบริเวณที่สนใจว่ามีการใช้งานอุปกรณ์หรือไม่ จำนวน 1 คุณลักษณะเด่น

หลังจากพิจารณาเลือกชนิดของคุณลักษณะเด่นของข้อมูลออกมาทั้งหมด 6 ประเภท 9 คุณลักษณะเด่น ใช้เป็นชุดข้อมูลนำเข้า

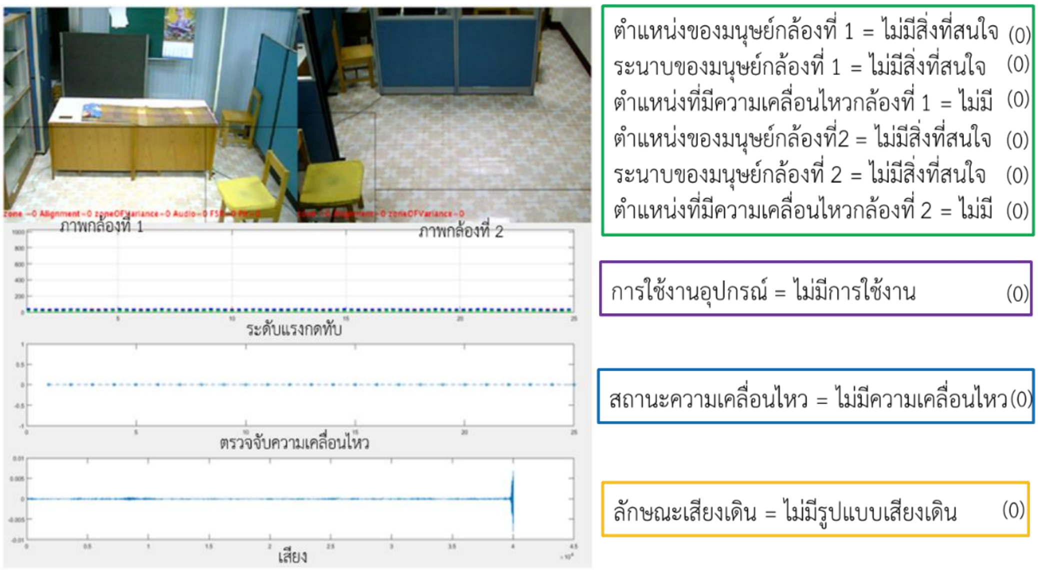
4.2 การเรียนรู้แบบเบย์ในกรณีต่าง ๆ

ทดลองการใช้ชุดข้อมูลจากตัวตรวจจับภายในสภาพแวดล้อมภายในที่พักอาศัย โดยใช้กล้อง จำนวน 2 ตัว ความละเอียด 640 x 480 จุดภาพ กล้องไม่มีการเปลี่ยนแปลงมุมกล้องและแสงสว่าง ไมโครโฟนจำนวน 1 ตัว ตัวตรวจจับรับแรงกดจำนวน 3 ตัว และตัวตรวจจับความเคลื่อนไหวจำนวน 1 ตัว บันทึกข้อมูลมนุษย์ 1 คน เพื่อสอนระบบให้เกิดการเรียนรู้ในการจำแนกกิจกรรมพื้นฐาน โดยบุคคลจะแสดงท่าทางแบบสุ่มอย่างต่อเนื่อง ดังนี้ ท่าทางการยืน ท่าทางการเดิน ท่าทางการนั่ง และท่าทางการนอน เพื่อคำนวณหาความน่าจะเป็นของกิจกรรมพื้นฐาน และความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะเด่นกับกิจกรรมพื้นฐาน ไปใช้ในระบบการจำแนกกิจกรรมพื้นฐานเมื่อทราบคุณลักษณะเด่นของข้อมูล

4.2.1 กรณีไม่มีกิจกรรมพื้นฐาน (ไม่มีมนุษย์)

เป็นการสอนระบบในกรณีที่ไม่มีมนุษย์อยู่ในบริเวณที่สนใจด้วยชุดข้อมูลคุณลักษณะเด่น 9 คุณลักษณะเด่น เพื่อให้ระบบเกิดการเรียนรู้ และตัดสินใจได้ใกล้เคียงกับมนุษย์ในการจำแนกกิจกรรมพื้นฐาน จึงสอนด้วยการตัดสินใจของมนุษย์ในการจำแนกกิจกรรมจากการสังเกตจนได้ข้อสรุป ดังภาพประกอบ 4-2 แสดงข้อมูลจากตัวตรวจจับพร้อมพารามิเตอร์ที่ใช้ในการตรวจจับบุคคลในห้องที่ออกแบบไว้ซึ่งตัวตรวจจับทั้ง 4 ชนิดจะให้ข้อมูลที่แตกต่างกัน แต่จะทำงานซ้อนทับกัน เป็นการสอนการเรียนรู้ให้แก่ระบบในกรณีที่ไม่มีมนุษย์อยู่ภายในบริเวณที่สนใจจึงทำให้เมื่อนำข้อมูลจากตัวตรวจจับทั้ง 4 ประเภท เข้าสู่กระบวนการสกัดคุณลักษณะเด่น ได้แก่ ข้อมูลภาพจากกล้องทั้ง 2 กล้องจะเห็นว่าไม่มีมนุษย์ในบริเวณที่สนใจ ไม่มีแรงกดทับจากตัวตรวจวัดแรงกดทับทั้ง 3 ตัว ไม่มีการเคลื่อนไหวที่ตรวจจับได้จากตัวตรวจจับความเคลื่อนไหวของมนุษย์ และไม่มีเสียงที่เกิดขึ้นในบริเวณที่สนใจ จากภาพประกอบแสดงให้เห็นว่าการใช้หลายคุณลักษณะเด่นของข้อมูลยิ่งเป็นสิ่งที่ยืนยันว่าทุก

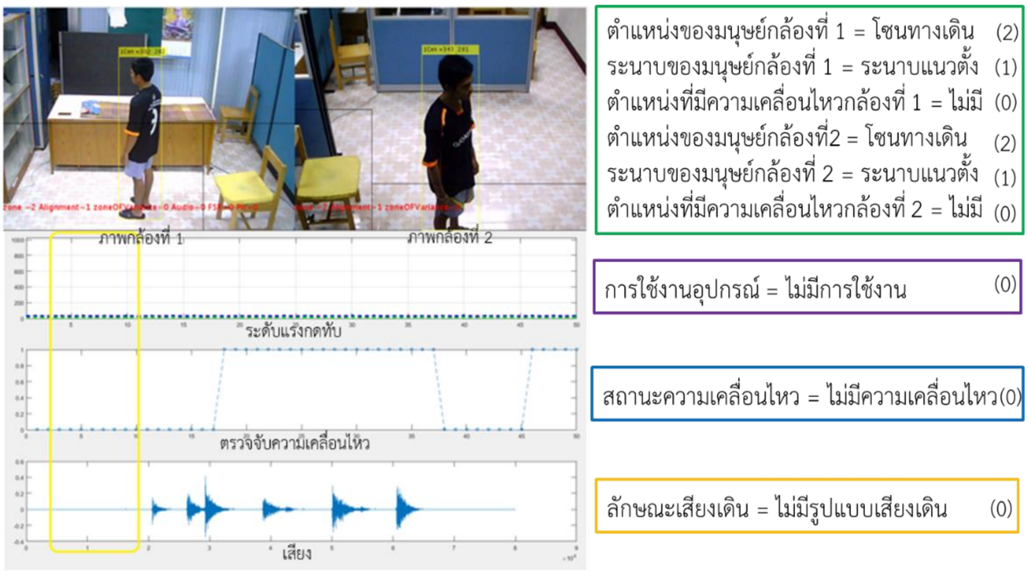
คุณลักษณะเด่นไม่สามารถตรวจจับคุณลักษณะเด่นได้ เมื่อใช้งานร่วมกันทำให้มีความน่าเชื่อถือเป็นอย่างมาก แสดงตัวอย่างชุดข้อมูลด้านขวา คือ <0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0>



ภาพประกอบ 4-2 ตัวอย่างข้อมูลจากตัวตรวจจับในกรณีที่ยังไม่มีกิจกรรมเกิดขึ้น

4.2.2 กรณีแสดงท่าทางการยืน

เป็นการสอนระบบให้เกิดการเรียนรู้ด้วยชุดข้อมูลจากหลายตัวตรวจจับในระดับคุณลักษณะเด่นในกรณีที่มนุษย์แสดงท่าทางการยืน



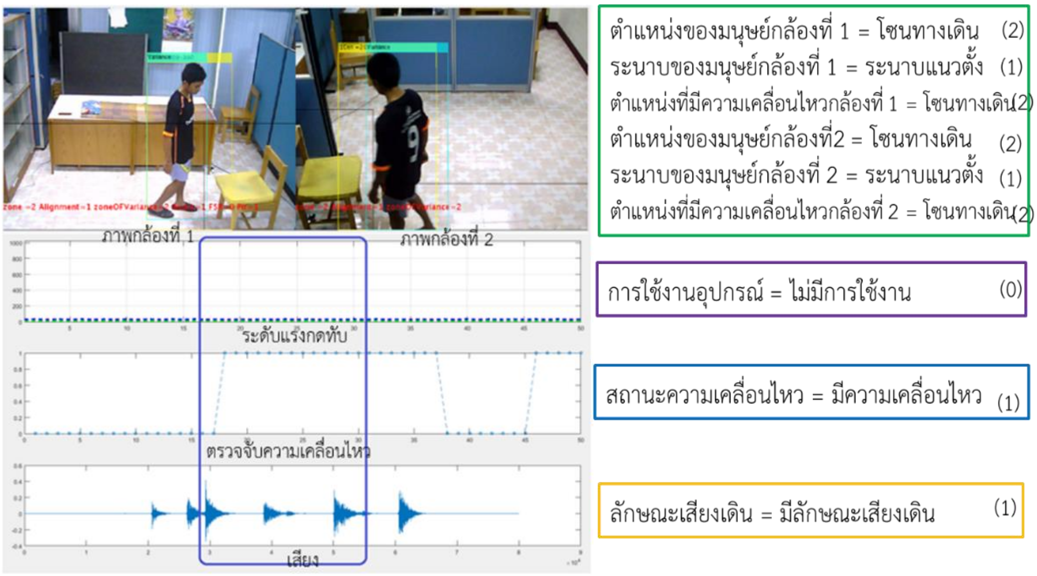
ภาพประกอบ 4-3 ตัวอย่างข้อมูลการตรวจจับท่าทางการยืน

ในการทดลองนี้สอนให้ระบบเกิดการเรียนรู้ในกรณีที่มนุษย์แสดงท่าทางการยืนด้วยชุดข้อมูลคุณลักษณะเด่นจากตัวตรวจจับ 4 ชนิด ได้แก่ ภาพ เสียง ระดับแรงกดทับ และการ

เคลื่อนไหว สกัดคุณลักษณะเด่นจะได้ผลลัพธ์ดังภาพประกอบ 4-3 จะเห็นชุดข้อมูลคุณลักษณะเด่นที่ใช้สอนระบบประกอบด้วย คุณลักษณะเด่นตำแหน่งจากภาพ สี่เหลี่ยมสีเหลืองแสดงสามารถตรวจจับมนุษย์ได้ในบริเวณโซน 2 และบล็อบอัตราส่วนความสูงน้อยกว่าความกว้าง แต่ไม่สามารถตรวจจับความเคลื่อนไหวได้ ไม่สามารถตรวจจับเสียงได้ จากระดับการกดทับแสดงว่าไม่มีการใช้งานอุปกรณ์ใด ๆ และไม่มีการเคลื่อนไหวในบริเวณที่สนใจ จากกรอบสี่เหลี่ยมสีเหลืองของตัวตรวจจับเป็นการแสดงให้เห็นว่ามนุษย์อยู่ในบริเวณโซนทางเดินระนาบแนวตั้ง ไม่มีการเคลื่อนไหวร่างกาย และไม่ได้ใช้งานอุปกรณ์ แสดงตัวอย่างชุดข้อมูลด้านขวา คือ <2, 1, 0, 2, 1, 0, 0, 0, 0>

4.2.3 กรณีแสดงท่าทางการเดิน

เป็นการสอนระบบให้เกิดการเรียนรู้แบบเบย์ในการรวมข้อมูลจากหลายตัวตรวจจับในระดับคุณลักษณะเด่นในกรณีที่มนุษย์แสดงท่าทางการเดิน



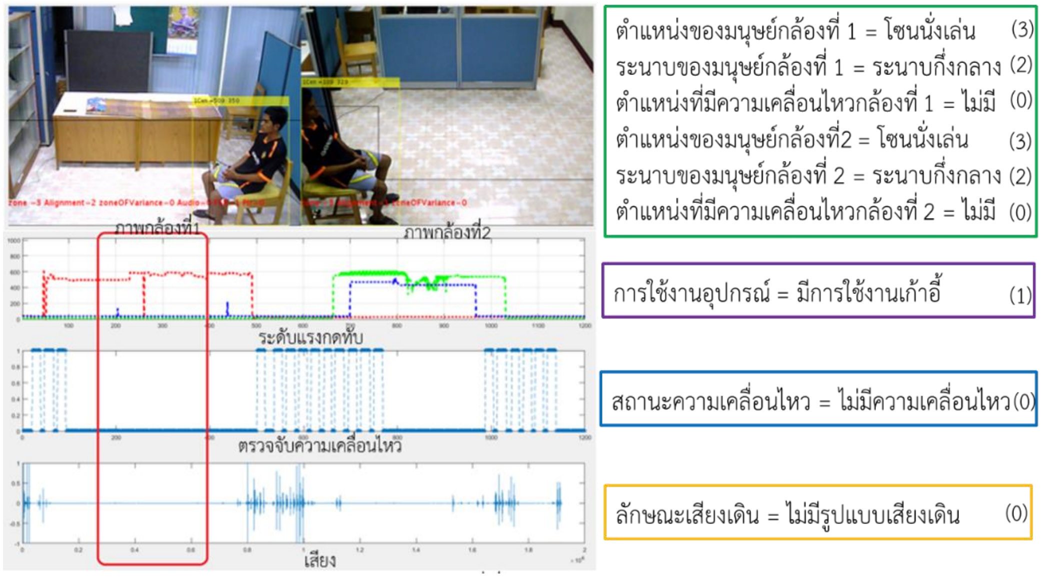
ภาพประกอบ 4-4 ตัวอย่างข้อมูลการตรวจจับท่าทางการเดิน

ในการทดลองนี้เป็นการสอนให้ระบบเกิดการเรียนรู้ในการรวมข้อมูลจากหลายตัวตรวจจับในระดับคุณลักษณะเด่นในกรณีที่มนุษย์แสดงท่าทางการเดิน มาสกัดคุณลักษณะเด่นได้ดังภาพประกอบ 4-4 เป็นการแสดงข้อมูลจากตัวตรวจจับ จะเห็นว่าข้อมูลจะแสดงสี่เหลี่ยมสีเหลืองแสดงคุณสมบัติตำแหนงที่อยู่พิกัดภายในบริเวณที่สนใจอยู่ในโซนที่ 2 และระนาบแนวตั้ง สี่เหลี่ยมสีน้ำเงินแสดงบริเวณที่มีความเคลื่อนไหวภายในบริเวณที่สนใจตามการวางอุปกรณ์การใช้งาน จะเห็นว่ามีการเคลื่อนไหวที่ตรวจจับได้บริเวณโซน 2 จากข้อมูลตัวตรวจจับในกรอบสี่ม่วงจะเห็นว่า ระดับแรงกดทับแสดงว่าไม่มีการใช้งานอุปกรณ์ ส่วนข้อมูลจากตัวตรวจจับความเคลื่อนไหวแสดงว่ามีความเคลื่อนไหวของมนุษย์ ส่วนกราฟแสดงลักษณะของคลื่นเสียงภายในบริเวณที่สนใจ แสดงว่ามีเสียงเกิดขึ้นภายในบริเวณที่สนใจ ซึ่งจะนำไปสกัดคุณลักษณะเด่นหาลักษณะของเสียงเปรียบเทียบกับเสียงเดินที่บันทึกไว้ จากภาพประกอบสรุปได้ว่าสามารถตรวจจับมนุษย์ได้ในบริเวณโซนทางเดิน และมีเสียงเดิน มีการ

เคลื่อนไหวร่างกาย แต่ไม่ได้ใช้งานอุปกรณ์ใด ๆ แสดงตัวอย่างชุดข้อมูลด้านขวา คือ <2, 1, 2, 2, 1, 2, 0, 1, 1>

4.2.4 กรณีแสดงท่าทางการนั่ง

เป็นการสอนระบบให้เกิดการเรียนรู้แบบเบย์ในการรวมข้อมูลจากหลายตัวตรวจจับในระดับคุณลักษณะเด่นในกรณีที่มนุษย์แสดงท่าทางการนั่ง



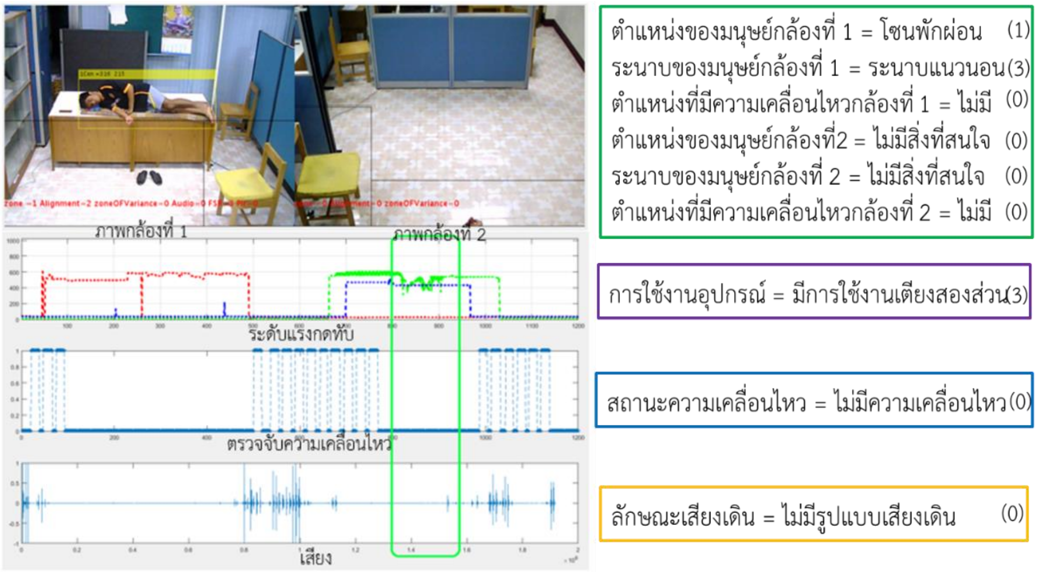
ภาพประกอบ 4-5 ตัวอย่างข้อมูลการตรวจจับท่าทางการนั่ง

การทดลองนี้เป็นการสอนระบบให้เกิดการเรียนรู้การรวมข้อมูลจากหลายตัวตรวจจับในระดับคุณลักษณะเด่นในกรณีที่มนุษย์แสดงท่าทางการนั่ง มาสกัดคุณลักษณะเด่นข้อมูลได้ดังภาพประกอบ 4-5 จะเห็นว่าในข้อมูลภาพจากกล้องแสดงสี่เหลี่ยมสีเหลืองแสดงคุณสมบัติตรวจจับมนุษย์ได้ในบริเวณของอุปกรณ์ใช้งานเก้าอี้ซึ่งวางอยู่ในโซน 3 และระนาบอัตราส่วนความกว้างพอดีกับความสูงอยู่ในระนาบกึ่งกลาง ข้อมูลภาพจากกล้องไม่มีความเคลื่อนไหวเกิดขึ้นจึงไม่สามารถตรวจจับได้ ส่วนในกรอบสีแดงแสดงข้อมูลจากตัวตรวจจับ จากระดับแรงกดทับแสดงเส้นสีแดงเป็นระดับแรงกดทับจากเก้าอี้ ข้อมูลจากตัวตรวจจับความเคลื่อนไหวแสดงว่าไม่มีความเคลื่อนไหวของมนุษย์ และกราฟเสียงไม่มีเสียงที่เกิดขึ้นจึงไม่สามารถตรวจจับเสียงภายในบริเวณที่สนใจได้ สรุปได้ว่าสามารถตรวจจับมนุษย์ได้ในโซนที่ 3 มีการใช้งานเก้าอี้ ในระนาบกึ่งกลาง ไม่มีเคลื่อนไหวร่างกาย ไม่มีเสียง แสดงตัวอย่างชุดข้อมูลด้านขวา คือ <3, 2, 0, 3, 2, 0, 1, 0, 0>

4.2.5 กรณีแสดงท่าทางการนอน

เป็นการสอนให้ระบบเกิดการเรียนรู้แบบเบย์ในการรวมข้อมูลจากตัวตรวจจับในระดับคุณลักษณะเด่นในกรณีที่มนุษย์แสดงท่าทางการนอนการทดลองนี้ เป็นการสอนให้ระบบเกิดการเรียนรู้แบบเบย์ด้วยการตัดสินใจของมนุษย์ ในการรวมข้อมูลจากหลายตัวตรวจจับ สกัดคุณลักษณะเด่นแสดงดังภาพประกอบ 4-6 เป็นการแสดงข้อมูลจากตัวตรวจจับ จะเห็นว่าข้อมูลภาพ

ประกอบแสดงสี่เหลี่ยมสี่เหลืองคุณสมบัติตำแหน่งที่อยู่ภายในบริเวณที่สนใจ สามารถตรวจจับมนุษย์ได้ในโซน 1 อัตราส่วนความกว้างมากกว่าความสูงแสดงว่าอยู่ในระนาบแนวนอนภาพประกอบ และในภาพไม่มีความเคลื่อนไหวเกิดขึ้นจึงไม่สามารถตรวจจับได้ จากสี่เหลี่ยมสีเขียวแสดงข้อมูลจากตัวตรวจจับ จะเห็นระดับแรงกดทับเส้นสีเขียวแสดงแรงกดทับที่ปลายเตียง และเส้นสีน้ำเงินแสดงระดับแรงกดทับที่หมอนบริเวณหัวเตียง ข้อมูลจากตัวตรวจจับความเคลื่อนไหวแสดงว่าไม่มีมนุษย์เคลื่อนไหว และกราฟเสียงว่าแสดงมนุษย์ในบริเวณที่สนใจไม่ได้แสดงท่าทางที่เกิดเสียงจึงไม่สามารถตรวจจับเสียงได้ สรุปได้ว่าสามารถตรวจจับมนุษย์ได้บริเวณโซน 1 ระนาบแนวนอน ไม่มีการเคลื่อนไหว ไม่มีเสียง แต่มีการใช้งานเตียง แสดงตัวอย่างชุดข้อมูลด้านขวา คือ <1, 3, 0, 0, 0, 0, 3, 0, 0>



ภาพประกอบ 4-6 ตัวอย่างข้อมูลการตรวจจับท่าทางการนอน

4.2.6 ผลความน่าจะเป็นของกิจกรรมพื้นฐาน

จากผลการทดลองการนำคุณลักษณะเด่นของข้อมูลจากตัวตรวจจับทั้ง 9 คุณลักษณะเด่น ตรวจจับกิจกรรมของมนุษย์ที่แสดงท่าทางแบบสุ่มอย่างต่อเนื่อง 1 คน ภายในบริเวณสิ่งแวดล้อมในการทดสอบ สอนระบบให้เกิดการเรียนรู้ในการจำแนกกิจกรรมพื้นฐานด้วยการตัดสินใจของมนุษย์ เพื่อที่จะได้นำไปคำนวณอัตราความน่าจะเป็นของกิจกรรมพื้นฐานแต่ละกิจกรรม จำนวน 1,200 ชุดข้อมูล ดังตาราง 4-1 แสดงความน่าจะเป็นพื้นฐานของแต่ละกิจกรรมเรียงลำดับกิจกรรมพื้นฐานของมนุษย์ภายในห้องพักที่มีความน่าจะเป็นมากสุดไปหาต่ำสุด ได้แก่ ท่าทางการนั่ง ท่าทางการนอน ท่าทางการเดิน และท่าทางการยืน

ตาราง 4-1 ผลการทดลองความน่าจะเป็นของกิจกรรมพื้นฐาน

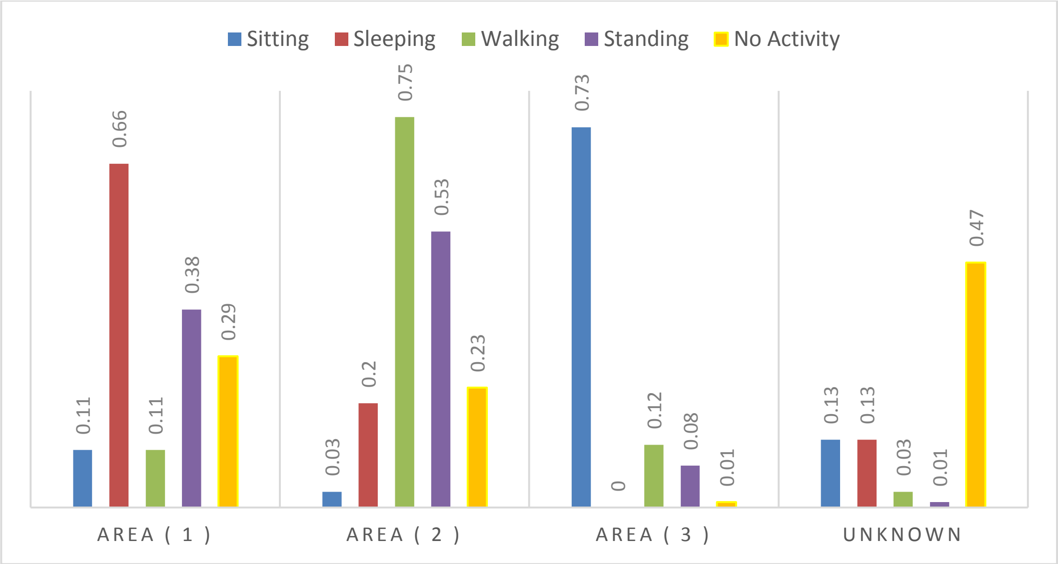
กิจกรรมพื้นฐาน	จำนวนชุดข้อมูล	อัตราความน่าจะเป็น
ท่าทางการนั่ง	373	0.31
ท่าทางการนอน	253	0.21
ท่าทางการเดิน	252	0.21
ท่าทางการยืน	212	0.18
ไม่มีกิจกรรมพื้นฐาน	110	0.09
รวม	1,200	1

ซึ่งตารางจะแสดงความน่าจะเป็นของกิจกรรมพื้นฐานที่เกิดจากการสังเกตทั้งหมด 1,200 ชุดข้อมูล จะเห็นว่าท่าทางการนั่งมีโอกาสเกิดมากที่สุด และท่าทางการยืนมีโอกาสเกิดน้อยที่สุด ซึ่งความน่าจะเป็นนี้จะใช้เป็นค่าถ่วงน้ำหนักในการหาค่าความน่าจะเป็นของการเกิดท่าทางกิจกรรมพื้นฐาน

4.2.7 สรุปผลความสัมพันธ์ของคุณลักษณะเด่นกับกิจกรรมพื้นฐาน

จากการทดลองหาความน่าจะเป็นของกิจกรรมพื้นฐานจำนวน 1,200 ชุดข้อมูล สอนระบบให้เกิดการเรียนรู้ในการจำแนกกิจกรรมพื้นฐานด้วยวิธีการตัดสินใจของมนุษย์เป็นแบบอย่างด้วยการใช้ข้อมูลจากหลายตัวตรวจจับในระดับคุณลักษณะเด่น ทำการบันทึกชุดข้อมูลทุก ๆ 0.5 วินาที เป็นเวลา 10 นาทีให้เกิดการเรียนรู้จากคุณลักษณะเด่นของข้อมูลจากตัวตรวจจับมาใช้ในจำแนกกิจกรรมพื้นฐานจำนวน 5 กลุ่มกิจกรรมพื้นฐาน ต่อมาจะทำการหาค่าความสัมพันธ์ของแต่ละคุณลักษณะเด่นของข้อมูลกับกิจกรรมพื้นฐานที่ได้จากการจำแนกตามสมมติฐานจากค่าความเป็นไปได้ ดังภาพประกอบ 4-7 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะเด่นของข้อมูลภาพจากกล้องที่ 1 กับกิจกรรมพื้นฐาน โดยการแบ่งโซนการออกแบบตามชนิดอุปกรณ์ภายในที่พักอาศัยทั้ง 3 โซนที่สัมพันธ์กับกิจกรรมพื้นฐานของมนุษย์ทั้ง 5 กลุ่ม ซึ่งอุปกรณ์ที่มีในบริเวณที่สนใจประกอบด้วย เตียงวางอยู่ในบริเวณที่ 1 จึงเห็นว่ามีความเป็นไปได้ของท่าทางการนอนมากที่สุด เพราะจากการสอนการเรียนรู้กรณีมนุษย์แสดงท่าทางการนอนทั้งหมด 253 ชุดข้อมูล มนุษย์แสดงท่าทางการนอนในบริเวณนี้ 167 ชุดข้อมูล เก้าอี้วางอยู่ในบริเวณที่ 3 จึงเห็นว่ามีความเป็นไปของท่าทางการนั่งมากที่สุด เพราะจากท่าทางการนั่งทั้งหมด 373 ชุดข้อมูล ตรวจพบว่าแสดงท่าทางการนั่งบริเวณนี้ 272 ชุดข้อมูล และบริเวณที่ไม่มีอุปกรณ์วางอยู่ จะเห็นว่ามีความเป็นไปได้ของท่าทางการเดินมากที่สุด เพราะจากท่าทางการเดินทั้งหมด 252 ชุดข้อมูล ตรวจพบว่าแสดงว่าท่าทางบริเวณนี้ 189 ชุดข้อมูล แต่ถ้าหากไม่สามารถตรวจจับมนุษย์ในบริเวณที่สนใจได้ มีความเป็นไปได้ว่าไม่มีกิจกรรมพื้นฐาน มากที่สุด เพราะจากการสอนในกรณีที่ไม่มีกิจกรรมพื้นฐาน 110 ชุดข้อมูล ตรวจพบว่าไม่สามารถตรวจจับมนุษย์ได้ 52 ชุดข้อมูล และจากการเรียนรู้แบบเบย์ด้วยคุณลักษณะเด่นของข้อมูลจากตัวตรวจจับมาใช้ในจำแนกกิจกรรมพื้นฐาน ยังประกอบไปด้วยคุณลักษณะเด่นอื่น ๆ ที่สัมพันธ์กับกิจกรรมพื้นฐานสามารถดูได้ใน

ภาคผนวก ค. ดังได้อธิบายการทดสอบประสิทธิภาพการรวมข้อมูลเพื่อจำแนกกิจกรรมพื้นฐาน และทดสอบความถูกต้องของระบบการจำแนกกิจกรรมพื้นฐาน



ภาพประกอบ 4-7 กราฟแสดงความความสัมพันธ์ของลักษณะเด่นตำแหน่งกล้องที่ 1 กับกิจกรรมพื้นฐาน

4.3 ผลการทดสอบประสิทธิภาพการรวมข้อมูลด้วยความน่าจะเป็นแบบเบย์

กระบวนการแยกแยะกิจกรรมพื้นฐานของมนุษย์โดยการใช้การรวมข้อมูลคุณลักษณะเด่นหลายประเภท เพื่อตรวจหากิจกรรมพื้นฐานของมนุษย์ในที่พักอาศัยคือ ท่าทางการยืน ทางทางการเดิน ท่าทางการนั่ง และท่าทางการนอน โดยในการทดลองนี้จะเป็นการทดลองใช้ข้อมูล 4 ประเภทคือ ภาพ เสียง ระดับแรงกด และความเคลื่อนไหว ซึ่งจะเป็นการนำข้อมูลทั้ง 4 ประเภทนั้นมาสกัดเอาเฉพาะลักษณะเด่นของข้อมูลดังตาราง 4-2 ประกอบด้วยคุณลักษณะเด่น 9 คุณลักษณะเด่นที่ได้จากโครงสร้างกระบวนการกำหนดเกณฑ์ข้อมูลคุณลักษณะเด่นให้อยู่ในรูปแบบช่วงระดับ เพื่อนำเข้ากระบวนการแยกแยะกิจกรรมพื้นฐานของมนุษย์ด้วยความน่าจะเป็นแบบเบย์ที่ออกแบบไว้ โดยใช้ค่าความสัมพันธ์ได้ของแต่ละประเภทข้อมูลคุณลักษณะเด่นกับกิจกรรมพื้นฐาน และความน่าจะเป็นของกิจกรรมพื้นฐานที่ได้จากการเรียนรู้ ซึ่งจะทำการทดสอบด้วยการแบ่งเป็นสองกลุ่ม ได้แก่ กลุ่มแรกเป็นการทดสอบความถูกต้องของแต่ละประเภทข้อมูลที่สัมพันธ์กับกิจกรรมพื้นฐานที่ต่างกัน โดยแยกทดสอบสุ่มคุณลักษณะเด่นทีละประเภทข้อมูลตัวตรวจจับ กลุ่มสองเป็นการนำข้อมูลทั้งสองชนิดใช้ร่วมกัน เพื่อทดสอบประสิทธิภาพในการรวมข้อมูลทดลองโดยสุ่มใช้ข้อมูลคุณลักษณะเด่นจากตัวตรวจจับ 2 ประเภท และ 3 ประเภท สุ่มเลือกประเภทละ 1 คุณลักษณะเด่นที่ไม่ซ้ำกัน ใช้ในการทดสอบความถูกต้องในจำแนกกิจกรรมพื้นฐาน ซึ่งผลการจำแนกตามโครงสร้างข้อมูลแสดงผลดังตาราง 4-3

ตาราง 4-2 โครงสร้างข้อมูลสำหรับนำเข้า

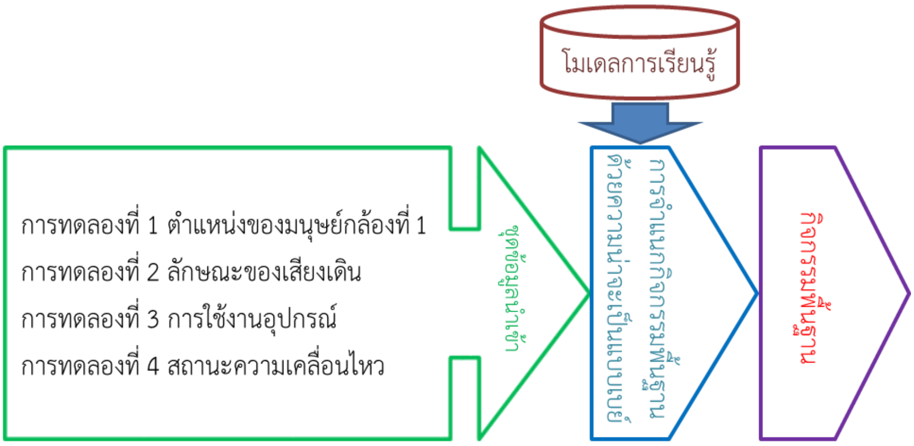
ชนิดข้อมูล	คุณลักษณะเด่น	ข้อกำหนด	ช่วงระดับ
ภาพ	ตำแหน่งของมนุษย์จากกล้องที่ 1	ถ้า (ไม่มีข้อมูล X และ Y) แต่ถ้า (X>0 และ X<640, Y>0 และ Y<250) แต่ถ้า (X>0 และ X<440, Y>250 และ Y<480) แต่ถ้า (X>440 และ X<640, Y>250 และ Y<480)	0 = (ไม่มีสิ่งที่สนใจ) 1 = (โซนพักผ่อน) 2 = (โซนทางเดิน) 3 = (โซนนั่งเล่น)
ภาพ	ตำแหน่งของมนุษย์จากกล้องที่ 2	ถ้า (ไม่มีข้อมูล X และ Y) แต่ถ้า (X>0 และ X<170, Y>220 และ Y<480) แต่ถ้า (X>0 และ X<640, Y>0 และ Y<220) แต่ถ้า (X>170 และ X<640, Y>220 และ Y<380) แต่ถ้า (X>0 และ X<170, Y>220 และ Y<480)	0 = (ไม่มีสิ่งที่สนใจ) 1 = (โซนพักผ่อน) 2 = (โซนทางเดิน) 3 = (โซนนั่งเล่น)
ภาพ	ระนาบของมนุษย์กล้องที่ 1	ถ้า (ไม่มีอัตราส่วนระหว่างความกว้างต่อความสูงของบล็อบ) แต่ถ้าอัตราส่วน 0 ถึง 0.7 แต่ถ้าอัตราส่วน 0.7 ถึง 1.3 แต่ถ้าอัตราส่วน 1.3 ขึ้นไป	0 = (ไม่มีสิ่งที่สนใจ) 1 = (ระนาบแนวตั้ง) 2 = (ระนาบกึ่งกลาง) 3 = (ระนาบแนวนอน)
ภาพ	ระนาบของมนุษย์กล้องที่ 2	ถ้า (ไม่มีอัตราส่วนระหว่างความกว้างต่อความสูงของบล็อบ) แต่ถ้าอัตราส่วน 0 ถึง 0.7 แต่ถ้าอัตราส่วน 0.7 ถึง 1.3 แต่ถ้าอัตราส่วน 1.3 ขึ้นไป	0 = (ไม่มีสิ่งที่สนใจ) 1 = (ระนาบแนวตั้ง) 2 = (ระนาบกึ่งกลาง) 3 = (ระนาบแนวนอน)
ภาพ	ตำแหน่งที่มีความเคลื่อนไหวของมนุษย์จากกล้องที่ 1	ถ้า (ไม่มีตำแหน่งของความเคลื่อนไหว) แต่ถ้า (X>0 และ X<640, Y>0 และ Y<250) แต่ถ้า (X>0 และ X<440, Y>250 และ Y<480) แต่ถ้า (X>440 และ X<640, Y>250 และ Y<480)	0 = (ไม่มีสิ่งที่สนใจ) 1 = (โซนพักผ่อน) 2 = (โซนทางเดิน) 3 = (โซนนั่งเล่น)
ภาพ	ตำแหน่งที่มีความเคลื่อนไหวของมนุษย์จากกล้องที่ 2	ถ้า (ไม่มีข้อมูล X และ Y) แต่ แต่ถ้า (X>0 และ X<170, Y>220 และ Y<480) แต่ถ้า (X>0 และ X<640, Y>0 และ Y<220) แต่ถ้า (X>170 และ X<640, Y>220 และ Y<380) แต่ถ้า (X>0 และ X<170, Y>220 และ Y<480)	0 = (ไม่มีสิ่งที่สนใจ) 1 = (โซนพักผ่อน) 2 = (โซนทางเดิน) 3 = (โซนนั่งเล่น)
เสียง	ลักษณะของเสียง	ถ้าความต่างของค่าสัมประสิทธิ์เสียงเดินเกิน 30 ถ้าความต่างของค่าสัมประสิทธิ์เสียงเดินไม่เกิน 30	0 = ไม่มีลักษณะของเสียงเดิน 1 = มีลักษณะของเสียงเดิน
ความเคลื่อนไหว	สถานะความเคลื่อนไหว	ระดับสัญญาณความเคลื่อนไหวมีค่า 0 แต่ถ้าระดับสัญญาณความเคลื่อนไหวมีค่า 1	0 = ไม่มีความเคลื่อนไหว 1 = มีความเคลื่อนไหว
ระดับแรงกดทับ	ข้อมูลการใช้งานอุปกรณ์	ระดับแรงกดทับจากเก้าอี้ และเตียง ไม่เกิน 300 แต่ถ้าเก้าอี้เกิน 300 และเตียงสองส่วนไม่เกิน 300 แต่ถ้าเก้าอี้และหัวเตียงไม่เกิน 300 เตียงส่วนปลายเกิน 300 แต่ถ้าเก้าอี้ไม่เกิน 300 และเตียงสองส่วนเกิน 300	0 = ไม่มีการใช้งาน 1 = มีการใช้งานเก้าอี้ 2 = ใช้งานเตียงส่วนเดียว 3 = ใช้งานเตียงสองส่วน

ตาราง 4-3 โครงสร้างข้อมูลแสดงผล

ช่วงระดับของการจำแนกประเภท	กิจกรรมพื้นฐาน
0	ไม่มีกิจกรรมพื้นฐาน
1	ท่าทางการยืน
2	ท่าทางการเดิน
3	ท่าทางการนั่ง
4	ท่าทางการนอน

4.3.1 การทดลองโดยใช้คุณลักษณะเด่นของข้อมูลจากตัวตรวจจับ 1 ประเภท

การทดสอบความถูกต้องของการจำแนกกิจกรรมพื้นฐานของมนุษย์โดยใช้ข้อมูลจากตัวตรวจจับเพียงประเภทเดียวในการจำแนกกิจกรรมพื้นฐาน และทดสอบความสัมพันธ์ของข้อมูลคุณลักษณะเด่นแต่ละชนิดกับกิจกรรมพื้นฐาน ในการทดลองจำแนกประเภทของกิจกรรมพื้นฐานแบ่งออกเป็น 4 การทดลองตามประเภทของตัวตรวจจับ คือ การทดลองที่ 1 ทดสอบความสัมพันธ์ของข้อมูลภาพกับกิจกรรมพื้นฐาน เนื่องจากการทดสอบความถูกต้องของการจำแนกกิจกรรมพื้นฐานด้วยการใช้ข้อมูลคุณลักษณะเด่นตำแหน่งจากภาพกล้องที่ 1 เพียงอย่างเดียวมีความถูกต้องมากที่สุดของข้อมูลภาพ ดังนั้นจึงเลือกใช้ข้อมูลคุณลักษณะเด่นตำแหน่งของมนุษย์จากภาพกล้องที่ 1 มาใช้ในการจำแนกกิจกิจกรรมพื้นฐานด้วยข้อมูลภาพ การทดลองที่ 2 ทดสอบความสัมพันธ์ของข้อมูลลักษณะเสียงเดินที่ได้จากการเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์กับเสียงที่เข้ามาใหม่กับกิจกรรมพื้นฐาน การทดลองที่ 3 ทดสอบความสัมพันธ์ของข้อมูลการใช้งานเก้าอี้และเตียงที่ได้จากการวัดระดับแรงกดทับกับกิจกรรมพื้นฐาน และการทดลองที่ 4 ทดสอบความสัมพันธ์ของสถานะความเคลื่อนไหวที่ได้จากข้อมูลการเคลื่อนไหวกับกิจกรรมพื้นฐาน เพื่อประยุกต์การใช้ข้อมูลร่วมกันดังภาพประกอบ 4-8



ภาพประกอบ 4-8 จำแนกกิจกรรมพื้นฐานด้วยการใช้ข้อมูล 1 คุณลักษณะเด่น

4.3.1.1 <u>การทดลองที่ 1</u> จำแนกกิจกรรมพื้นฐานของมนุษย์โดยใช้ข้อมูลตำแหน่งของมนุษย์

ในการทดลองนี้เป็นการทดลองใช้ข้อมูลภาพจากกล้องที่ 1 ตรวจจับมนุษย์ที่แสดงท่าทางแบบสุ่มอย่างต่อเนื่อง สกัดคุณลักษณะเด่นตำแหน่งของมนุษย์ ใช้ในการจำแนกกิจกรรมพื้นฐานด้วยความน่าจะเป็นแบบเบย์ เพื่อทดสอบความสัมพันธ์ของข้อมูลตำแหน่งกับกิจกรรมพื้นฐาน

(1) สมมติฐาน

การนำข้อมูลคุณลักษณะเด่นตำแหน่งของมนุษย์จากภาพกล้องที่ 1 เพียงอย่างเดียวในการหาความน่าจะเป็นมากสุดของกิจกรรมพื้นฐาน ว่ามีความถูกต้องมากน้อยเพียงใด

(2) ปัจจัยในการทดลอง

ข้อมูลตำแหน่งของมนุษย์จำนวน 1,200 ชุดข้อมูล เข้ากระบวนการหาความความสัมพันธ์ของลักษณะเด่นตำแหน่งกล้องที่ 1 กับกิจกรรมพื้นฐาน และประยุกต์ใช้ร่วมกับค่าความน่าจะเป็นของกิจกรรมพื้นฐานในการหาความน่าจะเป็นมากสุด

วัดประสิทธิภาพการจำแนกกิจกรรมพื้นฐานและการตัดสินใจ ด้วยการเปรียบเทียบกับการตัดสินใจของมนุษย์ โดยสามารถคำนวณค่าความถูกต้องด้วยสมการ (4.1)

$$\text{ความถูกต้อง (\%)} = \frac{\text{จำนวนชุดข้อมูลที่จำแนกถูกต้อง}}{\text{จำนวนชุดข้อมูลทั้งหมด}} \tag{4.1}$$

(3) ผลการทดลอง

จากการทดลองใช้ข้อมูลตำแหน่งของมนุษย์เพียงอย่างเดียวในการจำแนกกิจกรรมพื้นฐานนั้นจึงได้ผลลัพธ์ดังตาราง 4-4 แสดงค่าความถูกต้องจากระบบในการจำแนกกิจกรรมพื้นฐาน

ตาราง 4-4 ความถูกต้องในการจำแนกกิจกรรมจากการใช้ข้อมูลตำแหน่งของมนุษย์

กิจกรรมพื้นฐาน	จำนวน	ถูกต้อง	ผิดพลาด	ความถูกต้อง (%)
ท่าทางการนั่ง	373	272	101	72.92
ท่าทางการนอน	253	168	85	66.4
ท่าทางการเดิน	252	189	63	75
ท่าทางการยืน	212	0	212	0
ไม่มีกิจกรรม	110	52	58	47.27
เฉลี่ย				52.31

ซึ่งในการพิจารณาว่าข้อมูลชุดนั้นถูกต้องหรือไม่จะนำมาเปรียบเทียบกับการตัดสินใจของมนุษย์ที่ได้จากการสังเกตจนได้ข้อสรุป เช่น ถ้าหากว่าเมื่อทำการทดลองในขณะนั้นการตัดสินใจของมนุษย์จากการสังเกตมนุษย์ที่อยู่ภายในสิ่งแวดล้อมทดลอง ได้ข้อสรุปว่ากิจกรรมพื้นฐานที่มนุษย์ภายในบริเวณที่สนใจแสดงท่าทางนั้นเป็นท่าทางการยืน ระบบที่ทำการทดลองที่ออกแบบไว้ให้ข้อสรุปยืนยันว่ามนุษย์ภายในบริเวณที่สนใจแสดงท่าทางการเดินแสดงว่าการจำแนกของระบบที่ออกแบบนั้นไม่ถูกต้อง แต่ถ้าหากว่าการจำแนกกิจกรรมพื้นฐานของระบบที่ออกแบบไว้ให้ข้อสรุปยืนยันการแสดงท่าทางกิจกรรมพื้นฐานเหมือนกับข้อสรุปยืนยันการตัดสินใจของมนุษย์จากการสังเกต

มนุษย์ที่อยู่ภายในบริเวณที่ทดลองแสดงท่าทางกิจกรรมพื้นฐานจึงจะเป็นการจำแนกที่ถูกต้อง เป็นต้น จากนั้นนำไปคำนวณเปอร์เซ็นต์ค่าความถูกต้องของการจำแนกกิจกรรมทั้งหมด

(4) สรุปและวิเคราะห์ผลการทดลอง

จากผลการทดลองข้างต้น แสดงให้เห็นว่าในการจำแนกกิจกรรมพื้นฐานยังคงมีความผิดพลาดเกิดขึ้น จากการทดสอบทำให้สังเกตเห็นว่าคุณลักษณะเด่นพิกัดตำแหน่งในแต่ละโซนจะมีความสัมพันธ์กับกิจกรรมพื้นฐานที่ต่างกัน ตามอัตราการเกิดกิจกรรมพื้นฐานที่สังเกตได้ จึงสามารถนำความสัมพันธ์นี้ร่วมกับความน่าจะเป็นของการเกิดของกิจกรรมพื้นฐานจะทำให้ได้กิจกรรมพื้นฐานที่มีความน่าจะเป็นมากสุด แต่เมื่อมนุษย์แสดงท่าทางที่มีความสัมพันธ์กับกิจกรรมพื้นฐานในอัตราที่น้อยหรือว่าท่าทางที่มนุษย์แสดงไม่ได้มีคุณลักษณะเด่นของข้อมูลภาพ จึงทำให้เกิดการจำแนกกิจกรรมผิดพลาดได้ เช่น ถ้าหากสกัดคุณลักษณะเด่นจากข้อมูลภาพแล้วตรวจจับมนุษย์ได้ในตำแหน่งโซน 1 ในภาพประกอบ 4-7 จะเห็นว่ามีความสัมพันธ์กับท่าทางการนอนมากที่สุด จึงทำให้เมื่อระบบตรวจจับมนุษย์ได้ที่โซน 1 จะตัดสินใจว่าท่าทางการนอนมีโอกาสเกิดมากที่สุด ถ้าหากมนุษย์แสดงท่าทางการนั่งในโซนนี้ ระบบจะยังคงตัดสินใจว่าท่าทางการนอนมีโอกาสเกิดมากที่สุดอยู่ เป็นต้น และความสัมพันธ์ของคุณลักษณะเด่นตำแหน่งของมนุษย์ไม่มีบริเวณไหนที่มีความสัมพันธ์กับท่าทางการยืนมากที่สุดจึงทำให้ระบบไม่สามารถจำแนกท่าทางการยืนและการเดิน แต่เนื่องจากท่าทางการเดินมีความน่าจะเป็นมากกว่าจึงจำแนกผิดเป็นท่าทางการเดิน ในส่วนกรณีไม่มีกิจกรรมพื้นฐานความผิดพลาดจำแนกผิดพลาด เพราะความผิดพลาดของการสกัดคุณลักษณะเด่นตำแหน่งทำให้ระบบจำแนกเกิดความผิดพลาดเป็นท่าทางการยืนและการนอน ตามความน่าจะเป็นมากที่สุดในแต่ละโซน ซึ่งความผิดพลาดนี้เกิดจากข้อมูลตำแหน่งของมนุษย์ยังไม่ครอบคลุม และยังไม่มีลักษณะเด่นเพียงพอในการนำมาใช้จำแนกกิจกรรมพื้นฐานของมนุษย์

4.3.1.2 การทดลองที่ 2 จำแนกกิจกรรมพื้นฐานของมนุษย์โดยใช้ข้อมูลลักษณะของเสียง

ในการทดลองนี้จะเป็นส่วนของการทดลองใช้ข้อมูลจากเสียงที่ได้จากการตรวจจับมนุษย์ 1 คน ที่แสดงท่าทางแบบสุ่มอย่างต่อเนื่อง สกัดคุณลักษณะเด่นของข้อมูลเป็นลักษณะเสียงเมื่อเทียบกับเสียงเดิน ใช้ในการจำแนกกิจกรรมพื้นฐานด้วยความน่าจะเป็นแบบเบย์ เพื่อทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะเด่นกับกิจกรรมพื้นฐาน

(1) สมมติฐาน

การนำข้อมูลคุณลักษณะเด่นลักษณะของเสียงที่อยู่ภายในบริเวณที่สนใจ ซึ่งเกิดจากที่มนุษย์แสดงท่าทางแบบสุ่มโดยใช้ข้อมูลลักษณะของเสียงเดินเพียงอย่างเดียวในการหาความสัมพันธ์กับกิจกรรมพื้นฐานร่วมกับความน่าจะเป็นของกิจกรรม เพื่อหากิจกรรมพื้นฐานที่มีความน่าจะเป็นมากที่สุดจากทั้ง 4 กิจกรรมพื้นฐาน และไม่มีกิจกรรมพื้นฐาน ว่ามีความถูกต้องมากน้อยเพียงใด

(2) ปัจจัยในการทดลอง

ข้อมูลคุณลักษณะเด่นลักษณะของเสียงจำนวน 1,200 ชุดข้อมูล หาความสัมพันธ์ของลักษณะเด่นเสียงกับกิจกรรมพื้นฐานร่วมกับความน่าจะเป็นของกิจกรรมพื้นฐานในการหาความน่าจะเป็นมากสุด

วัดประสิทธิภาพการจำแนกกิจกรรมพื้นฐานและการตัดสินใจ ด้วยการเปรียบเทียบกับการตัดสินใจของมนุษย์ โดยสามารถคำนวณค่าความถูกต้องด้วยสมการ (4.1)

(3) ผลการทดลอง

จากกระบวนการทดลองใช้ข้อมูลลักษณะเสียงเดินเพียงอย่างเดียวในการจำแนกกิจกรรมพื้นฐาน จึงได้ผลลัพธ์ดังตาราง 4-5 แสดงผลลัพธ์ค่าความถูกต้องจากระบบในการจำแนกกิจกรรมพื้นฐาน ซึ่งในการพิจารณาว่าข้อมูลชุดนั้นถูกต้องหรือไม่จะนำมาเปรียบเทียบกับการตัดสินใจของมนุษย์ที่ได้จากการสังเกตจนได้ข้อสรุปแนวทางพิจารณาได้กล่าวไว้ในการทดลองที่ผ่านมา

ตาราง 4-5 ความถูกต้องในการจำแนกกิจกรรมจากการใช้ข้อมูลลักษณะเสียงเดิน

กิจกรรมพื้นฐาน	**จำนวน**	**ถูกต้อง**	**ผิดพลาด**	**ความถูกต้อง (%)**
ท่าทางการนั่ง	373	362	11	97.05
ท่าทางการนอน	253	0	253	0
ท่าทางการเดิน	252	189	63	75
ท่าทางการยืน	212	0	212	0
ไม่มีกิจกรรม	110	0	110	0
เฉลี่ย				34.41

(4) สรุปและวิเคราะห์ผลการทดลอง

จากผลการทดลองข้างต้นแสดงให้เห็นว่าในการจำแนกกิจกรรมพื้นฐานยังคงมีความผิดพลาดเกิดขึ้น เนื่องจากว่าข้อมูลเสียงที่นำมาวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบกับลักษณะเด่นกับเสียงที่บันทึกไว้ จะได้ค่าเฉลี่ยความต่างของลักษณะเด่น แบ่งการออกแบบเป็น 2 ลักษณะเด่น ได้แก่ มีคุณลักษณะเด่นเสียงเดิน และไม่มีลักษณะของเสียงเดิน จากการทดสอบทำให้สังเกตเห็นว่าคุณลักษณะเด่นเสียงเดินมีความสัมพันธ์กับท่าทางการเดินมากที่สุด และกรณีที่ไม่มีคุณลักษณะของเสียงเดิน จะมีความสัมพันธ์กับกิจกรรมพื้นฐานที่ไม่มีความเคลื่อนไหวอย่างต่อเนื่อง เช่น ท่าทางการนั่ง นอน ยืน เป็นต้น แต่จะมีความสัมพันธ์มากที่สุดกับท่าทางการนั่งมากที่สุด จึงทำให้จำแนกกิจกรรมพื้นฐานผิดพลาดทั้งหมดเป็นท่าทางการนั่ง ดังนั้น การจำแนกกิจกรรมพื้นฐานโดยใช้คุณลักษณะเด่นจากเสียงเพียงอย่างเดียวยังไม่ครอบคลุม และข้อมูลเสียงยังไม่มีลักษณะเด่นเพียงพอต่อการจำแนกกิจกรรมพื้นฐานของมนุษย์

4.3.1.3 <u>การทดลองที่ 3</u> จำแนกกิจกรรมพื้นฐานของมนุษย์โดยใช้ข้อมูลการใช้งานอุปกรณ์

ในการทดลองนี้จะเป็นส่วนของการทดลองใช้ข้อมูลจากระดับแรงกดทับที่ได้จากการตรวจจับมนุษย์ 1 คน แสดงท่าทางแบบสุ่มอย่างต่อเนื่อง สกัดเอาเฉพาะคุณลักษณะเด่นของข้อมูล เพื่อตรวจจับการใช้งานของเก้าอี้และเตียง ใช้ในการจำแนกกิจกรรมพื้นฐานด้วยความน่าจะเป็นแบบเบย์ เพื่อทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะเด่นกับกิจกรรมพื้นฐาน

(1) สมมติฐาน

การนำข้อมูลคุณลักษณะเด่นการใช้งานอุปกรณ์ที่อยู่ภายในบริเวณที่สนใจ ในการหาความน่าจะเป็นของท่าทางกิจกรรมพื้นฐานที่มีความน่าจะเป็นมากที่สุดมากสุดของกิจกรรมพื้นฐาน ว่ามีความถูกต้องมากน้อยเพียงใด

(2) ปัจจัยในการทดลอง

ข้อมูลการใช้งานอุปกรณ์ของมนุษย์ 1 คน จำนวน 1,200 ชุดข้อมูล หาความสัมพันธ์ของลักษณะเด่นการใช้อุปกรณ์กับกิจกรรมพื้นฐานใช้ร่วมกับความน่าจะเป็นของกิจกรรมพื้นฐานที่ได้จากการเรียนรู้แบบเบย์ในการหาความน่าจะเป็นมากสุด

วัดประสิทธิภาพการจำแนกกิจกรรมพื้นฐานและการตัดสินใจ ด้วยการเปรียบเทียบกับการตัดสินใจของมนุษย์ โดยสามารถคำนวณค่าความถูกต้องด้วยสมการ (4.1)

(3) ผลการทดลอง

จากการทดลองข้อมูลการใช้งานอุปกรณ์เพียงอย่างเดียวในการจำแนกกิจกรรมพื้นฐานนั้นจึงได้ผลลัพธ์ดังตาราง 4-6 แสดงผลลัพธ์ความถูกต้องจากระบบในการจำแนกกิจกรรมพื้นฐาน ซึ่งในการพิจารณาว่าข้อมูลชุดนั้นถูกต้องหรือไม่จะนำมาเปรียบเทียบกับการตัดสินใจของมนุษย์ที่ได้จากการสังเกตจนได้ข้อสรุปแนวทางพิจารณาได้กล่าวไว้ในการทดลองที่ผ่านมา

ตาราง 4-6 ความถูกต้องในการจำแนกกิจกรรมจากการใช้ข้อมูลการใช้งานอุปกรณ์

กิจกรรมพื้นฐาน	**จำนวน**	**ถูกต้อง**	**ผิดพลาด**	**ความถูกต้อง (%)**
ท่าทางการนั่ง	373	356	17	95.44
ท่าทางการนอน	253	253	0	100
ท่าทางการเดิน	252	252	0	100
ท่าทางการยืน	212	0	212	0
ไม่มีกิจกรรม	110	0	110	0
เฉลี่ย				59.08

(4) สรุปและวิเคราะห์ผลการทดลอง

จากผลการทดลองข้างต้นแสดงให้เห็นว่าในการจำแนกกิจกรรมพื้นฐานยังคงมีความผิดพลาดเกิดขึ้น จากการทดสอบทำให้สังเกตเห็นว่าลักษณะเด่นของการใช้งานอุปกรณ์ 4 ลักษณะ ได้แก่ ไม่มีการใช้งานอุปกรณ์ (ไม่มีแรงกดทับ) มีความสัมพันธ์กับท่าทางการเดินมากที่สุด ถ้าเกิดใช้งานเก้าอี้ (มีแรงกดทับที่เก้าอี้) หรือใช้งานเตียงส่วนปลาย (มีแรงกดทับที่เตียงส่วนปลาย) จะมีความสัมพันธ์กับท่าทางการนั่งมากที่สุด แต่ถ้าใช้งานเตียงทั้งสองส่วน (มีแรงกดทับทั้งปลายเตียง และหมอนที่เตียงส่วนบน) จะมีความสัมพันธ์กับท่าทางการนอนมากที่สุด จึงเห็นว่าท่าทางการนอน และเดิน มีความถูกต้องในการจำแนกเกือบทั้งหมด แต่ท่าทางการนั่งมีความผิดพลาดเกิดจากตอนนั่งไม่ตรงจุดตัววัดระดับแรงกดทับจึงไม่สามารถตรวจจับระดับแรงกดทับได้ และจำแนกเป็นท่าทางการเดิน ในส่วนท่าทางการยืน และกรณีไม่กิจกรรมจำแนกผิดเป็นท่าทางการเดิน ดังนั้นการใช้ข้อมูลคุณลักษณะเด่นจากระดับแรงกดทับเพียงอย่างเดียวไม่สามารถจำแนกกิจกรรมพื้นฐานท่าทางการยืน

และกรณีไม่มีกิจกรรมได้ เพราะข้อมูลคุณลักษณะเด่นการใช้งานอุปกรณ์ยังไม่ครอบคลุม และข้อมูลระดับแรงกดทับยังไม่มีลักษณะเด่นเพียงพอต่อการจำแนกกิจกรรมพื้นฐานของมนุษย์

4.3.1.4 <u>การทดลองที่ 4</u> จำแนกกิจกรรมพื้นฐานของมนุษย์โดยใช้ข้อมูลสถานะความเคลื่อนไหว

ในการทดลองนี้จะเป็นส่วนของการทดลองใช้ข้อมูลการเคลื่อนไหวที่ได้จากการตรวจจับมนุษย์ 1 คน ที่แสดงท่าทางแบบสุ่มอย่างต่อเนื่อง สกัดเอาเฉพาะคุณลักษณะเด่นสถานะความเคลื่อนไหว ใช้ในการจำแนกกิจจรรมพื้นฐานด้วยความน่าจะเป็นแบบเบย์

(1) สมมติฐาน

การนำข้อมูลคุณลักษณะเด่นสถานะความเคลื่อนไหวเพียงอย่างเดียวหาความน่าจะเป็นมากสุดของกิจกรรมพื้นฐาน ว่ามีความถูกต้องมากน้อยเพียงใด

(2) ปัจจัยในการทดลอง

ข้อมูลข้อมูลสถานะความเคลื่อนไหวของมนุษย์ 1 คน จำนวน 1,200 ชุดข้อมูล หาความสัมพันธ์ของลักษณะเด่นความเคลื่อนไหวกับกิจกรรมพื้นฐานร่วมกับความน่าจะเป็นของกิจกรรมพื้นฐานที่ได้จากการเรียนรู้แบบเบย์ ในการหาความน่าจะเป็นมากสุด

วัดประสิทธิภาพการจำแนกกิจกรรมพื้นฐานและการตัดสินใจ ด้วยการเปรียบเทียบกับการตัดสินใจของมนุษย์ โดยสามารถคำนวณค่าความถูกต้องด้วยสมการ (4.1)

(3) ผลการทดลอง

จากกระบวนการทดลองใช้ข้อมูลสถานะความเคลื่อนไหวเพียงอย่างเดียวในการจำแนกกิจกรรมพื้นฐานนั้นจึงได้ผลลัพธ์ดังตาราง 4-7 แสดงค่าความถูกต้องจากระบบในการจำแนกกิจกรรมพื้นฐาน ซึ่งในการพิจารณาว่าข้อมูลชุดนั้นถูกต้องหรือไม่จะนำมาเปรียบเทียบกับการตัดสินใจของมนุษย์ที่ได้จากการสังเกตจนได้ข้อสรุปแนวทางพิจารณาได้กล่าวไว้ในการทดลองที่ผ่านมา

ตาราง 4-7 ความถูกต้องในการจำแนกกิจกรรมจากการใช้ข้อมูลสถานะความเคลื่อนไหว

กิจกรรมพื้นฐาน	จำนวน	ถูกต้อง	ผิดพลาด	ความถูกต้อง (%)
ท่าทางการนั่ง	373	311	62	83.44
ท่าทางการนอน	253	0	253	0
ท่าทางการเดิน	252	137	115	54.37
ท่าทางการยืน	212	0	212	0
ไม่มีกิจกรรม	110	0	110	0
เฉลี่ย				27.56

(4) สรุปและวิเคราะห์ผลการทดลอง

จากผลการทดลองข้างต้นแสดงให้เห็นว่าในการจำแนกกิจกรรมพื้นฐานยังคงมีความผิดพลาดเกิดขึ้น จากการทดสอบทำให้ทราบว่า ลักษณะเด่นของการเคลื่อนไหว ที่ได้ออกแบบ 2 ลักษณะ ได้แก่ มีการเคลื่อนไหวของมนุษย์มีความสัมพันธ์กับท่าทางการเดินมากที่สุด แต่ยังคงมีความผิดพลาดเนื่องจากความผิดพลาดของตรวจจับความเคลื่อนไหวในการตรวจจับความเคลื่อนไหวแสดงสถานะไม่มีความเคลื่อนไหวจึงทำให้จำแนกผิดเป็นท่าทางการนั่ง และไม่มีการเคลื่อนไหวมี

ความสัมพันธ์กับท่าทางการนั่งมากที่สุด ส่วนความผิดพลาดเกิดจากกรณีที่เกิดการขยับร่างกาย ตัวตรวจจับความเคลื่อนไหวจึงระบุว่ามีความเคลื่อนไหวในบริเวณที่สนใจระบบจึงจำแนกผิดเป็นท่าทางการเดิน แต่ไม่สามารถจำแนกกิจกรรมพื้นฐานอื่น ๆ ที่ไม่มีความเคลื่อนไหวได้ เช่น ท่าทางการนอน ท่าทางการยืน เป็นต้น จึงทำให้ความผิดพลาดทั้งหมดของท่าทางการนอน ยืน และกรณีไม่มีกิจกรรมจำแนกผิดเป็น ท่าทางการนั่ง ดังนั้นข้อมูลการเคลื่อนไหวยังไม่มีความครอบคลุมของข้อมูล และยังไม่มีลักษณะเด่นเพียงพอต่อการจำแนกกิจกรรมพื้นฐานของมนุษย์

4.3.1.5 สรุปผลการทดสอบ

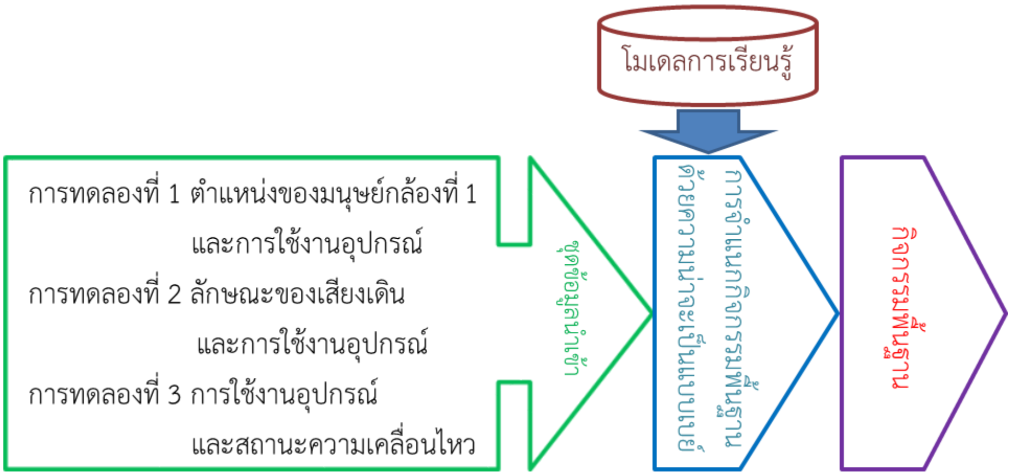
การใช้ข้อมูลคุณลักษณะเด่นจากตัวตรวจจับ 1 คุณลักษณะเด่น มาใช้ในการจำแนกกิจกรรมพื้นฐาน 4 การทดลอง ประกอบด้วย การสุ่มใช้ข้อมูลคุณลักษณะเด่นตำแหน่งของมนุษย์จากภาพกล้องที่ 1 คุณลักษณะเสียงเดิน คุณลักษณะเด่นการใช้งานอุปกรณ์ และคุณลักษณะสถานะความเคลื่อนไหว สามารถสรุปความถูกต้องโดยเฉลี่ยของการจำแนกกิจกรรมพื้นฐานจาก 4 การทดลองดังตาราง 4-8 จะได้ว่าท่าทางการนั่งมีความถูกต้องมากที่สุด เพราะว่าการทดลองจำแนกกิจกรรมพื้นฐานด้วยข้อมูลจากตัวตรวจจับเพียงชนิดเดียวความถูกต้องในการจำแนกกิจกรรมพื้นฐานจะมาจากความสัมพันธ์ของคุณลักษณะเด่นแต่ละชนิดกับกิจกรรมพื้นฐาน ซึ่งจะมีความแตกต่างกันตามชนิดข้อมูล ข้อมูลแต่ละชนิดจะมีลักษณะเด่นเฉพาะของแต่ละข้อมูล ข้อมูลชนิดใดที่สามารถสกัดคุณลักษณะเด่นออกมาได้อย่างเด่นชัดและหลากหลายลักษณะ มีคุณสมบัติในการจำแนกกิจกรรมพื้นฐานได้ถูกต้องมากยิ่งขึ้น อย่างไรก็ตามข้อมูลเพียงชนิดเดียวนั้นไม่มีคุณสมบัติเพียงพอ และไม่มีลักษณะเด่นที่มากพอที่จะใช้จำแนกกิจกรรมพื้นฐานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ในตารางจะเห็นว่าหากใช้ข้อมูลเพียงประเภทเดียวในการจำแนกกิจกรรมพื้นฐานของมนุษย์จะมีความผิดพลาดถึง 56.66 เปอร์เซ็นต์ ข้อมูลคุณลักษณะเด่นที่เลือกใช้ไม่มีคุณลักษณะเด่นใดที่มีความสัมพันธ์มากสุดกับท่าทางการยืน และเนื่องจากว่าความน่าจะเป็นของกรณีไม่มีกิจกรรมพื้นฐานน้อยที่สุดจึงทำให้ระบบตัดสินใจจำแนกเป็นกิจกรรมที่มีความน่าจะเป็นมากกว่า ส่งผลต่อความถูกต้องกรณีไม่มีกิจกรรมพื้นฐาน แต่ข้อมูลคุณลักษณะเด่นจะมีความสัมพันธ์กับกิจกรรมพื้นฐานเหมือนกัน ดังนั้นจะใช้คุณสมบัตินี้รวมข้อมูลความสัมพันธ์ของกิจกรรมพื้นฐานแต่ละชนิดข้อมูลเข้าด้วยกันเพื่อใช้ในการจำแนกกิจกรรมพื้นฐานในการทดลองถัดไป

ตาราง 4-8 ความถูกต้องในการจำแนกกิจกรรมพื้นฐานของมนุษย์จากการใช้ข้อมูลประเภทเดียว

กิจกรรมพื้นฐาน	ความถูกต้อง (%)
ท่าทางการนั่ง	87.20
ท่าทางการนอน	41.6
ท่าทางการเดิน	76.10
ท่าทางการยืน	0
ไม่มีกิจกรรม	11.82
เฉลี่ย	43.34

4.3.2 การทดลองโดยใช้คุณลักษณะเด่นของข้อมูลจากตัวตรวจจับ 2 ประเภท

จากการทดสอบการจำแนกกิจกรรมพื้นฐานของมนุษย์โดยใช้ข้อมูลเพียงประเภทเดียวในการหาความน่าจะเป็นมากที่สุดนั้น ยังไม่มีความครอบคลุมของข้อมูล จึงมีแนวความคิดที่จะรวมข้อมูลความสัมพันธ์ของคุณลักษณะเด่นต่อกิจกรรมพื้นฐานจำนวนสองชนิดตัวตรวจจับเข้าด้วยกันด้วยตัวตรวจจับทั้งหมด 4 ชนิด จึงมีความเป็นไปได้ของการจับคู่ทั้งหมด 6 การทดลอง แต่จะยกมาอธิบายเฉพาะการทดลองที่มีความถูกต้องมากที่สุด 3 อันดับแรก เพื่อทดสอบความถูกต้องของการจำแนกกิจกรรมพื้นฐาน ดังภาพประกอบ 4-9



ภาพประกอบ 4-9 จำแนกกิจกรรมพื้นฐานด้วยการใช้ข้อมูล 2 คุณลักษณะเด่น

4.3.2.1 <u>การทดลองที่ 1</u> จำแนกกิจกรรมพื้นฐานของมนุษย์โดยใช้ข้อมูลตำแหน่งของมนุษย์และการใช้งานอุปกรณ์

ทดลองจำแนกกิจกรรมพื้นฐานด้วยการใช้ข้อมูลจากภาพและระดับแรงกดทับ จากการตรวจจับกิจกรรมของมนุษย์ 1 คน ซึ่งแสดงท่าทางแบบสุ่มอย่างต่อเนื่อง สกัดคุณลักษณะเด่นของข้อมูล ได้แก่ ข้อมูลภาพสกัดคุณลักษณะเด่นตำแหน่งของมนุษย์ และข้อมูลระดับแรงกดทับสกัดคุณลักษณะเด่นการใช้งานอุปกรณ์ ใช้ในการจำแนกกิจกรรมพื้นฐานด้วยความน่าจะเป็นแบบเบย์

(1) สมมติฐาน

การนำข้อมูลคุณลักษณะเด่นตำแหน่งของมนุษย์กล้องที่ 1 และการใช้งานอุปกรณ์ ที่อยู่ภายในบริเวณที่สนใจทั้ง 2 ประเภทรวมข้อมูล เพื่อใช้ในการจำแนกกิจกรรมพื้นฐาน ว่ามีความถูกต้องมากน้อยเพียงใด

(2) ปัจจัยในการทดลอง

ข้อมูลคุณลักษณะเด่นตำแหน่งของมนุษย์จากภาพกล้องที่ 1 และข้อมูลการใช้งานอุปกรณ์ของมนุษย์ 1 คน จำนวน 1,200 ชุดข้อมูล หาความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะเด่นกับกิจกรรมพื้นฐาน และใช้ร่วมกับความน่าจะเป็นของกิจกรรมพื้นฐานในการหาความน่าจะเป็นมากสุด

วัดประสิทธิภาพการจำแนกกิจกรรมพื้นฐานและการตัดสินใจ ด้วยการเปรียบเทียบกับการตัดสินใจของมนุษย์ โดยสามารถคำนวณค่าความถูกต้องด้วยสมการ (4.1)

(3) ผลการทดลอง

จากกระบวนการทดสอบระบบการรวมข้อมูลที่ออกแบบโดยใช้ข้อมูลตำแหน่งของมนุษย์และการใช้งานอุปกรณ์ใช้ในการจำแนกกิจกรรมพื้นฐานของมนุษย์ จึงได้ผลลัพธ์ความถูกต้องดังตาราง 4-9 แสดงผลลัพธ์ค่าความถูกต้องจากระบบที่จำแนกกิจกรรมพื้นฐานของมนุษย์ ซึ่งในการพิจารณาว่าข้อมูลชุดนั้นถูกต้องหรือไม่จะนำมาเปรียบเทียบกับการตัดสินใจของมนุษย์ที่ได้จากการสังเกตจนได้ข้อสรุปแนวทางการพิจารณาได้กล่าวไว้ในการทดลองที่ผ่านมา

ตาราง 4-9 ความถูกต้องในการจำแนกกิจกรรมจากการใช้ข้อมูลตำแหน่งของมนุษย์และการใช้งานอุปกรณ์

กิจกรรมพื้นฐาน	จำนวน	ถูกต้อง	ผิดพลาด	ความถูกต้อง (%)
ท่าทางการนั่ง	373	356	17	95.44
ท่าทางการนอน	253	253	0	100
ท่าทางการเดิน	252	218	34	86.51
ท่าทางการยืน	212	80	132	37.74
ไม่มีกิจกรรม	110	52	58	47.27
เฉลี่ย				73.99

(4) สรุปผลและวิเคราะห์ผลการทดลอง

จากผลการทดลองข้างต้น แสดงให้เห็นว่าในการจำแนกกิจกรรมพื้นฐานด้วยการใช้ข้อมูลตำแหน่งของมนุษย์ และการใช้งานอุปกรณ์ยังมีความผิดพลาดเกิดขึ้น จากการทดสอบประสิทธิภาพของการใช้ข้อมูลตำแหน่งของมนุษย์เพียงอย่างเดียวในการจำแนกกิจกรรมพื้นฐาน (การทดลอง 4.3.1.1) และทดสอบประสิทธิภาพของการใช้ข้อมูลการใช้งานอุปกรณ์เพียงอย่างเดียวในการจำแนกกิจกรรมพื้นฐาน (การทดสอบ 4.3.1.3) ทำให้สังเกตให้เห็นว่าคุณลักษณะเด่นแต่ละชนิดข้อมูลจะมีความสัมพันธ์กับกิจกรรมพื้นฐานที่ไม่เหมือนกัน เพราะคุณลักษณะเด่นตำแหน่งจะมีความสัมพันธ์กับกิจกรรมพื้นฐานตามพื้นที่การออกแบบ 3 โซนตามการใช้งานอุปกรณ์ และการใช้งานอุปกรณ์ที่ออกแบบ 4 ลักษณะ เมื่อนำข้อมูลความสัมพันธ์กับกิจกรรมพื้นฐานมารวมกันทำให้ข้อมูลที่มีคุณสมบัติต่อกิจกรรมพื้นฐานเดียวกันมีความสัมพันธ์มากขึ้น และข้อมูลที่มีคุณสมบัติต่างกันจะมีความสัมพันธ์ลดลง จะทำให้สามารถจำแนกกิจกรรมพื้นฐานได้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น เช่น ถ้าหากคุณลักษณะเด่นตำแหน่งทราบว่าอยู่ที่โซน 1 จากความสัมพันธ์ของคุณลักษณะเด่นกับกิจกรรมพื้นฐาน (ภาพประกอบ 4-7) ทำให้ทราบว่ามีความสัมพันธ์กับท่าทางการนอนมากที่สุด และเมื่อรวมกับคุณลักษณะเด่นการใช้งานอุปกรณ์ คือ ใช้งานเตียงทั้งสองส่วน จากความสัมพันธ์การใช้งานอุปกรณ์กับกิจกรรมพื้นฐาน (ภาพประกอบ ค-7) ทำให้ทราบว่ามีความสัมพันธ์กับท่าทางการนอนมากที่สุด ซึ่งทั้งสองคุณลักษณะเด่นมีความสัมพันธ์กับกิจกรรมพื้นฐานท่าทางการนอนเหมือนกัน ทำให้คุณสมบัติของท่าทางการนอนมีความเด่นชัดมากยิ่งขึ้น เป็นต้น ความผิดพลาดของท่าทางการยืนเกิดจากคุณลักษณะเด่นตำแหน่งของมนุษย์และคุณลักษณะคุณลักษณะเด่นการใช้งานอุปกรณ์ไม่มีลักษณะใดที่มีความสัมพันธ์กับท่าทางการยืนมากที่สุด จึงจำแนกผิดไปเป็นท่าทางการเดิน เพราะ

ความน่าจะเป็นของท่าทางการเดินมีโอกาสเกิดขึ้นมากกว่า จากทุกกิจกรรมพื้นฐานโดยรวมแล้วการใช้ข้อมูลจากตำแหน่งของมนุษย์และการใช้งานอุปกรณ์ ในการจำแนกกิจกรรมพื้นฐานมีความถูกต้องมากกว่าการใช้ข้อมูลประเภทเดียว 30.05 เปอร์เซ็นต์

4.3.2.2 การทดลองที่ 2 จำแนกกิจกรรมพื้นฐานของมนุษย์โดยใช้ข้อมูลลักษณะเสียงเดินและการใช้งานอุปกรณ์

การทดลองจำแนกกิจกรรมพื้นฐานด้วยการใช้ข้อมูลเสียงและระดับแรงกดทับ บันทึกข้อมูลกิจกรรมของมนุษย์ 1 คน ที่แสดงท่าทางแบบสุ่มอย่างต่อเนื่อง สกัดเอาเฉพาะคุณลักษณะเด่น ได้แก่ ข้อมูลเสียงสกัดคุณลักษณะเด่นลักษณะของเสียง และข้อมูลระดับแรงกดทับสกัดคุณลักษณะเด่นการใช้งานอุปกรณ์ แล้วนำข้อมูลคุณลักษณะเด่นทั้ง 2 ใช้ในการจำแนกกิจกรรมพื้นฐานด้วยความน่าจะเป็นแบบเบย์

(1) สมมติฐาน

การนำข้อมูลคุณลักษณะเด่นลักษณะของเสียง และข้อมูลคุณลักษณะเด่นการใช้งานอุปกรณ์ ที่อยู่ภายในบริเวณที่สนใจทั้ง 2 ประเภท รวมข้อมูลเพื่อจำแนกกิจกรรมพื้นฐาน ว่ามีความถูกต้องมากน้อยเพียงใด

(2) ปัจจัยในการทดลอง

ข้อมูลคุณลักษณะเสียงและข้อมูลการใช้งานอุปกรณ์ภายในบริเวณที่สนใจของมนุษย์ 1 คน จำนวน 1,200 ชุดข้อมูล หาความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะเด่นกับกิจกรรมพื้นฐาน และใช้ร่วมกับความน่าจะเป็นของกิจกรรมพื้นฐานในการหาความน่าจะเป็นมากสุด

วัดประสิทธิภาพการจำแนกกิจกรรมพื้นฐานและการตัดสินใจ ด้วยการเปรียบเทียบกับการตัดสินใจของมนุษย์ โดยสามารถคำนวณค่าความถูกต้องด้วยสมการ (4.1)

(3) ผลการทดลอง

จากกระบวนการทดสอบระบบการรวมข้อมูลที่ออกแบบโดยใช้ข้อมูลลักษณะของเสียงเดินและการใช้งานอุปกรณ์ ในการจำแนกกิจกรรมพื้นฐานของมนุษย์จึงได้ผลลัพธ์ดังตาราง 4-10 แสดงค่าความถูกต้องจากระบบในการจำแนกกิจกรรมพื้นฐานของมนุษย์ ซึ่งในการพิจารณาว่าข้อมูลชุดนั้นถูกต้องหรือไม่จะนำมาเปรียบเทียบกับการตัดสินใจของมนุษย์ที่ได้จากการสังเกตจนได้ข้อสรุปแนวทางการพิจารณาได้กล่าวไว้ในการทดลองที่ผ่านมา

ตาราง 4-10 ความถูกต้องในการจำแนกกิจกรรมจากการใช้ข้อมูลลักษณะเสียงเดินและการใช้งานอุปกรณ์

กิจกรรมพื้นฐาน	จำนวน	ถูกต้อง	ผิดพลาด	ความถูกต้อง (%)
ท่าทางการนั่ง	373	356	17	95.44
ท่าทางการนอน	253	253	0	100
ท่าทางการเดิน	252	189	63	75
ท่าทางการยืน	212	175	37	82.55
ไม่มีกิจกรรม	110	0	110	0
เฉลี่ย				70.60

(4) สรุปผลและวิเคราะห์ผลการทดลอง

จากผลการทดลองข้างต้น แสดงให้เห็นว่าในการจำแนกกิจกรรมพื้นฐานด้วยการใช้ลักษณะเสียงเดินและการใช้งานอุปกรณ์ยังมีความผิดพลาดเกิดขึ้น จากการทดสอบประสิทธิภาพของการใช้ข้อมูลลักษณะเสียงเดินเพียงอย่างเดียวในการจำแนกกิจกรรมพื้นฐาน (การทดสอบ 4.3.1.2) และการใช้งานอุปกรณ์เพียงอย่างเดียวในการจำแนกกิจกรรมพื้นฐาน (การทดสอบ 4.3.1.3) ทำให้สังเกตให้เห็นว่าคุณลักษณะเสียงจะมีความสัมพันธ์ตามลักษณะของเสียงที่ออกแบบ 2 ลักษณะ และคุณลักษณะการใช้งานอุปกรณ์ที่ออกแบบจะมีความสัมพันธ์ตามการใช้งานอุปกรณ์ 4 ลักษณะ เมื่อนำข้อมูลความสัมพันธ์กับกิจกรรมพื้นฐานมารวมกันทำให้ข้อมูลที่มีคุณสมบัติต่อกิจกรรมพื้นฐานเดียวกันมีความสัมพันธ์มากขึ้น จะทำให้สามารถจำแนกกิจกรรมพื้นฐานได้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น เช่น ถ้าหากลักษณะของเสียงไม่ใช่เสียงเดิน จากความสัมพันธ์ของคุณลักษณะเด่นของเสียงกับกิจกรรมพื้นฐาน (ภาพประกอบ ค-6) ทำให้ทราบว่ามีความสัมพันธ์กับท่าทางการนอนมากที่สุด และรองลงมา คือท่าทางการนั่ง และเมื่อรวมกับคุณลักษณะการใช้งานอุปกรณ์ในลักษณะที่ใช้งานเก้าอี้ จากความสัมพันธ์ของคุณลักษณะเด่นการใช้งานอุปกรณ์กับกิจกรรมพื้นฐาน (ภาพประกอบ ค-7) ทำให้ทราบว่ามีความสัมพันธ์กับท่าทางการนั่งมากที่สุด และท่าทางการนอนไม่มีความสัมพันธ์เลย ซึ่งเมื่อรวมความสัมพันธ์ของท่าทางการนั่งและท่าทางการนอนจากทั้งสองคุณลักษณะเด่น คุณสมบัติของท่าทางการนั่งมีความเด่นชัดมากที่สุด เป็นต้น และความผิดพลาดของกรณีไม่มีกิจกรรมเนื่องจากคุณลักษณะเด่นที่เลือกใช้ไม่มีคุณลักษณะเด่นลักษณะใดมีความสัมพันธ์มากที่สุดกับกรณีไม่มีกิจกรรม ระบบตัดสินใจจำแนกเป็นท่าทางการยืน เนื่องจากท่าทางการยืนมีโอกาสเกิดมากกว่ากรณีไม่มีกิจกรรม จากทุกกิจกรรมพื้นฐานโดยรวมแล้วการใช้ข้อมูลลักษณะเสียงเดินและการใช้งานอุปกรณ์ ในการจำแนกกิจกรรมพื้นฐานมีความถูกต้องมากกว่าการใช้ข้อมูลประเภทเดียว 27.26 เปอร์เซ็นต์

4.3.2.3 <u>การทดลองที่ 3</u> จำแนกกิจกรรมพื้นฐานของมนุษย์โดยใช้ข้อมูลการใช้งานอุปกรณ์และสถานะความเคลื่อนไหว

การทดลองจำแนกกิจกรรมพื้นฐานด้วยการใช้ข้อมูลจากระดับแรงกดทับและข้อมูลการเคลื่อนไหว จากการบันทึกกิจกรรมมนุษย์ 1 คน ภายในบริเวณที่สนใจ ซึ่งแสดงท่าทางแบบสุ่มอย่างต่อเนื่อง สกัดคุณลักษณะเด่นของข้อมูล ได้แก่ ข้อมูลระดับแรงกดทับจากเก้าอี้และเตียง สกัดคุณลักษณะเด่นหาการใช้งานอุปกรณ์และข้อมูลการเคลื่อนไหว สกัดสถานะความเคลื่อนไหวของมนุษย์ นำข้อมูลคุณลักษณะเด่นทั้ง 2 ใช้ในการจำแนกกิจกรรมพื้นฐาน

(1) สมมติฐาน

การนำข้อมูลการใช้งานอุปกรณ์ และข้อมูลสถานะความเคลื่อนไหว ที่อยู่ภายในบริเวณทีสนใจทั้ง 2 ประเภท รวมข้อมูลเพื่อจำแนกกิจกรรมพื้นฐาน ว่ามีความถูกต้องมากน้อยเพียงใด

(2) ปัจจัยในการทดลอง

ข้อมูลการใช้งานอุปกรณ์ และสถานะความเคลื่อนไหว ของมนุษย์ 1 คน จำนวน 1,200 ชุดข้อมูล หาความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะเด่นกับกิจกรรมพื้นฐาน ใช้ร่วมกับความน่าจะเป็นของกิจกรรมพื้นฐานในการหาความน่าจะเป็นมากสุด

วัดประสิทธิภาพการจำแนกกิจกรรมพื้นฐานและการตัดสินใจ ด้วยการเปรียบเทียบกับการตัดสินใจของมนุษย์ โดยสามารถคำนวณค่าความถูกต้องด้วยสมการ (4.1)

(3) ผลการทดลอง

จากกระบวนการทดสอบระบบการรวมข้อมูลที่ออกแบบโดยใช้ข้อมูลการใช้งานอุปกรณ์และสถานะความเคลื่อนไหว ในการจำแนกกิจกรรมพื้นฐานของมนุษย์จึงได้ผลลัพธ์ดังตาราง 4-11 ค่าความถูกต้องจากระบบในการจำแนกกิจกรรมพื้นฐานของมนุษย์ ซึ่งในการพิจารณาว่าข้อมูลชุดนั้นถูกต้องหรือไม่จะนำมาเปรียบเทียบกับการตัดสินใจของมนุษย์ที่ได้จากการสังเกตจนได้ข้อสรุปแนวทางการพิจารณาได้กล่าวไว้ในการทดลองที่ผ่านมา

ตาราง 4-11 ความถูกต้องในการจำแนกกิจกรรมจากการใช้ข้อมูลการใช้งานอุปกรณ์และสถานะความเคลื่อนไหว

กิจกรรมพื้นฐาน	**จำนวน**	**ถูกต้อง**	**ผิดพลาด**	**ความถูกต้อง (%)**
ท่าทางการนั่ง	373	356	17	95.44
ท่าทางการนอน	253	253	0	100
ท่าทางการเดิน	252	137	115	54.37
ท่าทางการยืน	212	133	79	62.74
ไม่มีกิจกรรม	110	0	110	0
เฉลี่ย				62.51

(4) สรุปผลและวิเคราะห์ผลการทดลอง

จากผลการทดลองข้างต้นแสดงให้เห็นว่าระบบจำแนกกิจกรรมพื้นฐานด้วยการใช้การใช้งานอุปกรณ์และสถานะความเคลื่อนไหวยังคงมีความผิดพลาด จากการทดสอบประสิทธิภาพของการใช้ข้อมูลการใช้งานอุปกรณ์เพียงอย่างเดียวในการจำแนกกิจกรรมพื้นฐาน (การทดสอบ 4.3.1.3) และ จากการทดสอบประสิทธิภาพของการใช้ข้อมูลสถานะความเคลื่อนไหวเพียงอย่างเดียวในการจำแนกกิจกรรมพื้นฐาน (การทดสอบ 4.3.1.4) ทำให้สังเกตเห็นว่าการใช้งานอุปกรณ์ที่ออกแบบจะมีความสัมพันธ์ตามการใช้งานอุปกรณ์ 4 ลักษณะ และสถานะความเคลื่อนไหวออกแบบได้ 2 ลักษณะ เมื่อนำข้อมูลความสัมพันธ์กับกิจกรรมพื้นฐานมารวมกัน ทำให้ข้อมูลที่มีคุณสมบัติต่อกิจกรรมพื้นฐานเดียวกันมีความสัมพันธ์มากขึ้น จะทำให้สามารถจำแนกกิจกรรมพื้นฐานได้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น เช่น ถ้าหากลักษณะของการใช้งานอุปกรณ์บ่งบอกว่ากำลังใช้งานเตียงทั้งสองส่วนจากความสัมพันธ์ของคุณลักษณะเด่นการใช้งานอุปกรณ์กับกิจกรรมพื้นฐาน (ภาพประกอบ ค-7) ทำให้ทราบว่ามีความสัมพันธ์กับท่าทางการนอนมากที่สุด และเมื่อรวมกับข้อมูลสถานะความเคลื่อนไหวที่บ่งบอกว่าไม่มีความเคลื่อนไหวเกิดขึ้น จากความสัมพันธ์ของคุณลักษณะเด่นการเคลื่อนไหวกับกิจกรรมพื้นฐาน (ภาพประกอบ ค-8) ทำให้ทราบว่ามีความสัมพันธ์กับท่าทางการนอนมากที่สุดเหมือนกัน ซึ่งเมื่อรวมความสัมพันธ์ของกิจกรรมพื้นฐานทั้งสองคุณลักษณะเด่นทำให้ คุณสมบัติท่าทางการนอนมีความเด่นชัดมากที่สุด เป็นต้น ความผิดพลาดกรณีท่าทางการยืนและเดิน เกิดจากความผิดพลาดในการตรวจจับความเคลื่อนไหวของตัวตรวจจับความเคลื่อนไหว และกรณีไม่มีกิจกรรม

ผิดพลาดเนื่องจากคุณลักษณะเด่นที่เลือกใช้ไม่มีความสัมพันธ์มากสุดกับกรณีไม่มีกิจกรรมพื้นฐาน ระบบตัดสินใจจำแนกเป็นท่าทางการยืน เพราะท่าทางการยืนมีความน่าจะเป็นมากกว่ากรณีไม่มีกิจกรรมพื้นฐาน จากทุกกิจกรรมพื้นฐานโดยรวมแล้วการใช้ข้อมูลการใช้งานอุปกรณ์และสถานะความเคลื่อนไหว ในการจำแนกกิจกรรมพื้นฐานมีความถูกต้องมากกว่าการใช้ข้อมูลประเภทเดียว 19.17 เปอร์เซ็นต์

4.3.2.4 สรุปผลการทดสอบคุณลักษณะเด่น 2 ประเภท

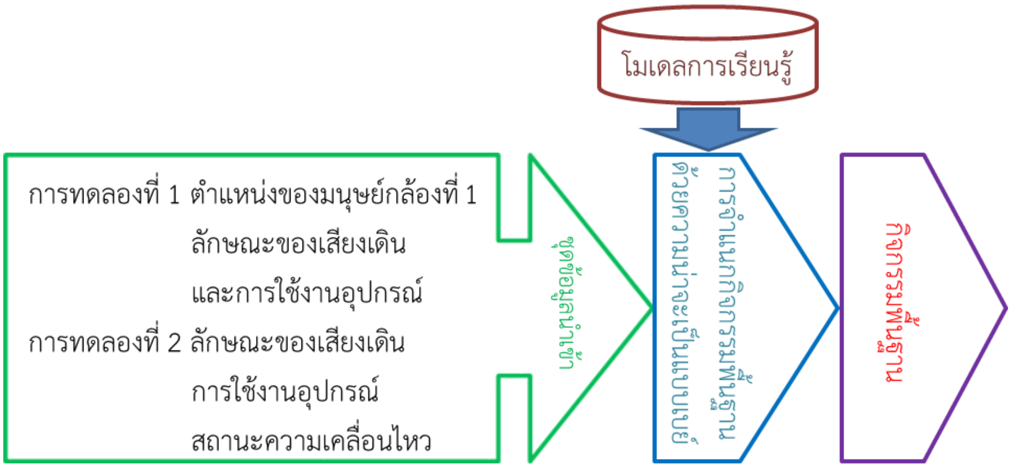
จากการทดลองทั้งหมด 6 การทดลอง ในการจำแนกกิจกรรมพื้นฐาน แต่ได้ยกตัวอย่างอธิบายถึงความถูกต้องของการจำแนกกิจกรรมพื้นฐานด้วยการรวมข้อมูลคุณลักษณะเด่น 2 คุณลักษณะเด่น 3 อันดับแรก และในส่วนการทดลองใช้ข้อมูลตำแหน่งของมนุษย์และลักษณะเสียงเดินมีความถูกต้อง 53.48 เปอร์เซ็นต์ ใช้ข้อมูลตำแหน่งของมนุษย์และสถานะความเคลื่อนไหวมีความถูกต้อง 52.05 เปอร์เซ็นต์ และใช้ข้อมูลลักษณะเสียงเดินและสถานะความเคลื่อนไหวมีความถูกต้อง 36.72 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นมีความถูกต้องโดยเฉลี่ยทั้งหมด 58.12 เปอร์เซ็นต์ ดังตาราง 4.12 จะเห็นว่าความถูกต้องของการจำแนกกิจกรรมพื้นฐานด้วยการใช้คุณลักษณะเด่นของข้อมูลที่เพิ่มจำนวนประเภทข้อมูล ทำให้การจำแนกกิจกรรมพื้นฐานมีความถูกต้องแม่นยำ มากกว่าการใช้ข้อมูลคุณลักษณะเด่นเพียงชนิดเดียว เนื่องจากว่าคุณลักษณะเด่นแต่ละคุณลักษณะเด่นจะมีความสัมพันธ์กับกิจกรรมพื้นฐานที่มีลักษณะเด่นเฉพาะด้านของข้อมูลที่สามารถตรวจจับได้ ซึ่งหากใช้ข้อมูลเพียงชนิดเดียวอาจจะไม่ครอบคลุมหรือไม่มีลักษณะเด่นอย่างเด่นชัดเพียงพอต่อการจำแนกกิจกรรมพื้นฐาน แต่ความผิดพลาดของกรณีไม่มีกิจกรรมพื้นฐานเกิดจากคุณลักษณะเด่นส่วนใหญ่ไม่มีลักษณะสัมพันธ์มากสุดกับกรณีไม่มีกิจกรรมพื้นฐาน และความน่าจะเป็นกรณีไม่มีกิจกรรมพื้นฐานมีน้อยที่สุด เมื่อเกิดความผิดพลาดจากการสกัดคุณลักษณะเด่นของข้อมูล ระบบจะตัดสินใจจำแนกท่าทางที่มีความน่าจะเป็นมากกว่า จึงทำให้การจำแนกกรณีไม่มีกิจกรรมพื้นฐานมีความถูกต้องน้อยที่สุด การเลือกใช้ข้อมูล 2 ชนิดที่มีความแตกต่างกันทำให้สามารถตรวจจับข้อมูลที่มีลักษณะเด่นต่างชนิดกัน ทำให้เป็นการเพิ่มความครอบคลุมของข้อมูล ดังนั้นจะเห็นว่าหากใช้ข้อมูลสองประเภทในการจำแนกกิจกรรมพื้นฐานของมนุษย์จะมีความถูกต้องมากกว่าการใช้ข้อมูลประเภทเดียว 14.8 เปอร์เซ็นต์ จึงมีแนวคิดที่จะเพิ่มจำนวนตัวตรวจจับในการรวมข้อมูลเป็น 3 ประเภท เพื่อใช้ในการจำแนกกิจกรรมพื้นฐาน

ตาราง 4-12 ความถูกต้องในการจำแนกกิจกรรมพื้นฐานของมนุษย์จากการใช้ข้อมูลสองประเภท

กิจกรรมพื้นฐาน	ความถูกต้อง (%)
ท่าทางการนั่ง	87.17
ท่าทางการนอน	70.55
ท่าทางการเดิน	73.02
ท่าทางการยืน	44.42
ไม่มีกิจกรรม	15.46
เฉลี่ย	58.12

4.3.3 การทดลองโดยใช้คุณลักษณะเด่นของมูลจากตัวตรวจจับ 3 ประเภท

จากการทดสอบการรวมข้อมูลจำแนกกิจกรรมพื้นฐานของมนุษย์โดยใช้ข้อมูลสองประเภทในการหาความน่าจะเป็นมากที่สุด ยังมีความถูกต้องของการจำแนกประเภทกิจกรรมพื้นฐานน้อยเกินไป และยังไม่มีความครอบคลุมของข้อมูลในการนำมาใช้งานจึงมีแนวความคิดว่าจะเพิ่มจำนวนประเภทข้อมูลมาใช้ร่วมกันในการหาค่าความน่าจะเป็นมากสุดจาก 2 ประเภทคุณลักษณะเด่นข้อมูลเป็น 3 ประเภทคุณลักษณะเด่นข้อมูล เพื่อเพิ่มความครอบคลุมของข้อมูลในการตรวจจับกิจกรรมของมนุษย์ โดยจะมีความเป็นไปได้ของการจับคู่ 4 การทดลอง แต่จะยกตัวอย่างมาอธิบาย 2 การทดลองที่มีความถูกต้องโดยเฉลี่ยมากสุด รวมข้อมูลเพื่อจำแนกกิจกรรมพื้นฐานด้วยความน่าจะเป็นแบบเบย์ ดังภาพประกอบ 4-10



ภาพประกอบ 4-10 จำแนกกิจกรรมพื้นฐานด้วยการใช้ข้อมูล 3 คุณลักษณะเด่น

4.3.3.1 <u>การทดลองที่ 1</u> จำแนกกิจกรรมพื้นฐานของมนุษย์โดยใช้ตำแหน่งของมนุษย์ ลักษณะของเสียงเดิน และการใช้งานอุปกรณ์

การทดลองจำแนกกิจกรรมพื้นฐานด้วยการใช้ข้อมูลภาพ เสียง และระดับแรงกดทับที่ตรวจจับกิจกรรมมนุษย์ 1 คน ภายในบริเวณที่สนใจ ซึ่งแสดงท่าทางแบบสุ่มอย่างต่อเนื่องสกัดคุณลักษณะเด่นของข้อมูล ได้แก่ คุณสมบัติตำแหน่งของมนุษย์จากข้อมูลภาพ ข้อมูลลักษณะของเสียงและข้อมูลการใช้งานอุปกรณ์จากระดับแรงกดทับ นำข้อมูลคุณลักษณะเด่นทั้ง 3 ใช้ในการจำแนกกิจกรรมพื้นฐานด้วยความน่าจะเป็นแบบเบย์

(1) สมมติฐาน

การนำข้อมูลคุณลักษณะเด่นตำแหน่งกล้องที่ 1 ข้อมูลลักษณะของเสียง และข้อมูลการใช้งานอุปกรณ์ ที่อยู่ภายในบริเวณที่สนใจทั้ง 3 ประเภท รวมข้อมูลเพื่อจำแนกกิจกรรมพื้นฐานว่ามีความถูกต้องมากน้อยเพียงใด

(2) ปัจจัยในการทดลอง

ข้อมูลตำแหน่งของมนุษย์จากกล้องที่ 1 ข้อมูลลักษณะเสียง และข้อมูลการใช้งานอุปกรณ์ ของมนุษย์ 1 คน จำนวน 1,200 ชุดข้อมูล หาความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะเด่นกับกิจกรรมพื้นฐาน ใช้ร่วมกับความน่าจะเป็นของกิจกรรมพื้นฐาน ในการหาความน่าจะเป็นมากสุด

วัดประสิทธิภาพการจำแนกกิจกรรมพื้นฐานและการตัดสินใจ ด้วยการเปรียบเทียบกับการตัดสินใจของมนุษย์ โดยสามารถคำนวณค่าความถูกต้องด้วยสมการ (4.1)

(3) ผลการทดลอง

จากกระบวนการทดสอบระบบการรวมข้อมูลที่ออกแบบโดยใช้ตำแหน่งของมนุษย์กล้องที่ 1 ลักษณะเสียงเดิน และการใช้งานอุปกรณ์ มาใช้ในการจำแนกกิจกรรมพื้นฐานของมนุษย์จึงได้ผลลัพธ์ดังตาราง 4-13 แสดงค่าความถูกต้องจากระบบในการจำแนกกิจกรรมพื้นฐานของมนุษย์ ซึ่งในการพิจารณาว่าข้อมูลชุดนั้นถูกต้องหรือไม่จะนำมาเปรียบเทียบกับการตัดสินใจของมนุษย์ที่ได้จากการสังเกตจนได้ข้อสรุปแนวทางการพิจารณาได้กล่าวไว้ในการทดลองที่ผ่านมา

ตาราง 4-13 ความถูกต้องในการจำแนกกิจกรรมพื้นฐานของมนุษย์จากการใช้ตำแหน่งของมนุษย์ ลักษณะเสียงเดิน และการใช้งานอุปกรณ์

กิจกรรมพื้นฐาน	**จำนวน**	**ถูกต้อง**	**ผิดพลาด**	**ความถูกต้อง (%)**
ท่าทางการนั่ง	373	352	21	94.37
ท่าทางการนอน	253	253	0	100
ท่าทางการเดิน	252	184	68	73.02
ท่าทางการยืน	212	172	40	81.13
ไม่มีกิจกรรม	110	52	58	47.27
เฉลี่ย				79.16

(4) สรุปผลและวิเคราะห์ผลการทดลอง

จากผลการทดลองข้างต้น แสดงให้เห็นว่าในการจำแนกกิจกรรมพื้นฐานด้วยการใช้ตำแหน่งของมนุษย์จากกล้องที่ 1 ข้อมูลลักษณะเสียง และข้อมูลการใช้งานอุปกรณ์ยังมีความผิดพลาดเกิดขึ้น จากการทดสอบประสิทธิภาพของการใช้ข้อมูลตำแหน่งของมนุษย์และการใช้งานอุปกรณ์ในการจำแนกกิจกรรมพื้นฐาน (การทดสอบ 4.3.2.1) และการทดสอบประสิทธิภาพของการใช้ข้อมูลลักษณะของเสียงเดินและการใช้งานอุปกรณ์ในการจำแนกกิจกรรมพื้นฐาน (การทดสอบ 4.3.2.2) ทำให้สังเกตให้เห็นว่า เมื่อนำข้อมูลความสัมพันธ์กับกิจกรรมพื้นฐานมารวมกันทำให้ข้อมูลที่มีคุณสมบัติต่อกิจกรรมพื้นฐานเดียวกันมีความสัมพันธ์มากขึ้น จะทำให้สามารถจำแนกกิจกรรมพื้นฐานได้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น เช่น ถ้าหากคุณลักษณะเด่นพิกัดตำแหน่งทราบว่าอยู่ที่โซน 2 จากความสัมพันธ์ของคุณลักษณะเด่นกับกิจกรรมพื้นฐาน (ภาพประกอบ 4-7) ทำให้ทราบว่ามีความสัมพันธ์กับท่าทางการเดินมากที่สุด รวมกับคุณลักษณะเด่นของเสียงที่บ่งบอกว่าเป็นลักษณะของเสียงเดิน จากความสัมพันธ์ลักษณะของเสียงเดินกับกิจกรรมพื้นฐาน (ภาพประกอบ ค-6) ทำให้ทราบว่ามีความสัมพันธ์กับท่าทางการเดินมากที่สุด และรวมกับคุณลักษณะเด่นการใช้งานอุปกรณ์ที่

บ่งบอกว่าไม่มีการใช้งานอุปกรณ์ จากความสัมพันธ์ของคุณลักษณะเด่นการงานอุปกรณ์กับกิจกรรมพื้นฐาน (ภาพประกอบ ค-7) ทำให้ทราบว่ามีความสัมพันธ์มากที่สุด 3 กิจกรรม ได้แก่ ท่าทางการเดิน ท่าทางการยืน และไม่มีกิจกรรม ซึ่งเมื่อรวมความสัมพันธ์ของลักษณะเด่นกับกิจกรรมพื้นฐาน ทำให้คุณสมบัติของท่าทางการเดินมีความเด่นชัดมากยิ่งขึ้น เป็นต้น ท่าทางการนอนถูกต้องทั้งหมด เนื่องจากข้อมูลคุณลักษณะเด่นการใช้งานอุปกรณ์มีลักษณะความสัมพันธ์มากสุดกับท่าทางการนอนมีความถูกต้องในการจำแนกทั้งหมด และกรณีไม่มีกิจกรรมพื้นฐานถูกต้องน้อยที่สุดเพราะมีความน่าจะเป็นของการเกิดน้อยที่สุด เมื่อเกิดความผิดพลาดของการสกัดคุณลักษณะเด่นของข้อมูลทำให้ระบบจำแนกผิดเป็นท่าทางการยืนที่มีความน่าจะเป็นมากกว่า ดังนั้นโดยรวมการใช้ข้อมูลตำแหน่งของมนุษย์จากกล้องที่ 1 ข้อมูลลักษณะเสียง และข้อมูลการใช้งานอุปกรณ์ ทำให้มีความถูกต้องเพิ่มขึ้นจากการใช้ข้อมูลสองประเภทเฉลี่ยแล้ว 17.01 เปอร์เซ็นต์

4.3.3.2 <u>การทดลองที่ 2</u> จำแนกกิจกรรมพื้นฐานของมนุษย์โดยใช้ข้อมูลลักษณะเสียงเดิน การใช้งานอุปกรณ์ และสถานะความเคลื่อนไหว

การทดลองจำแนกกิจกรรมพื้นฐานด้วยการใช้ข้อมูลจากเสียง ระดับแรงกดทับ และการเคลื่อนไหว ที่ตรวจจับกิจกรรมมนุษย์ 1 คน ภายในบริเวณที่สนใจ ซึ่งแสดงท่าทางแบบสุ่มอย่างต่อเนื่องสกัดคุณลักษณะเด่นของข้อมูล ได้แก่ ข้อมูลลักษณะของเสียง ข้อมูลการใช้งานอุปกรณ์จากระดับแรงกดทับ และข้อมูลสถานะความเคลื่อนไหวจากข้อมูลการเคลื่อนไหว นำข้อมูลคุณลักษณะเด่นทั้ง 3 ใช้ในการจำแนกกิจกรรมพื้นฐานด้วยความน่าจะเป็นแบบเบย์

(1) สมมติฐาน

การนำข้อมูลลักษณะของเสียง ข้อมูลการใช้งานอุปกรณ์ และข้อมูลสถานะความเคลื่อนไหว ที่อยู่ภายในบริเวณที่สนใจทั้ง 3 ประเภท รวมข้อมูลเพื่อจำแนกกิจกรรมพื้นฐาน ว่ามีความถูกต้องมากน้อยเพียงใด

(2) ปัจจัยในการทดลอง

ข้อมูลลักษณะของเสียง ข้อมูลการใช้งานอุปกรณ์ และข้อมูลสถานะความเคลื่อนไหวของมนุษย์ จำนวน 1,200 ชุดข้อมูล หาความสัมพันธ์ของลักษณะเด่นความเคลื่อนไหวกับกิจกรรมพื้นฐาน ร่วมกับความน่าจะเป็นของกิจกรรมพื้นฐาน ในการหาความน่าจะเป็นมากสุด

วัดประสิทธิภาพการจำแนกกิจกรรมพื้นฐานและการตัดสินใจ ด้วยการเปรียบเทียบกับการตัดสินใจของมนุษย์ โดยสามารถคำนวณค่าความถูกต้องด้วยสมการ (4.1)

(3) ผลการทดลอง

จากกระบวนการทดสอบระบบการรวมข้อมูลที่ออกแบบโดยใช้ข้อมูลลักษณะของเสียงเดิน การใช้งานอุปกรณ์ และสถานะความเคลื่อนไหว มาใช้ในการจำแนกกิจกรรมพื้นฐานของมนุษย์จึงได้ผลลัพธ์ดังตาราง 4-14 แสดงผลลัพธ์ค่าความถูกต้องจากระบบในการจำแนกกิจกรรมพื้นฐานของมนุษย์ ซึ่งในการพิจารณาว่าข้อมูลชุดนั้นถูกต้องหรือไม่จะนำมาเปรียบเทียบกับการตัดสินใจของมนุษย์ที่ได้จากการสังเกตจนได้ข้อสรุปแนวทางการพิจารณาได้กล่าวไว้ในการทดลองที่ผ่านมา

ตาราง 4-14 ความถูกต้องในการจำแนกกิจกรรมจากการใช้ข้อมูลลักษณะของเสียงเดิน
การใช้งานอุปกรณ์ และสถานะความเคลื่อนไหว

กิจกรรมพื้นฐาน	จำนวน	ถูกต้อง	ผิดพลาด	ความถูกต้อง (%)
ท่าทางการนั่ง	373	356	17	95.44
ท่าทางการนอน	253	253	0	100
ท่าทางการเดิน	252	189	63	75
ท่าทางการยืน	212	175	37	82.55
ไม่มีกิจกรรม	110	0	110	0
เฉลี่ย				70.6

(4) สรุปผลและวิเคราะห์ผลการทดลอง

จากผลการทดลองข้างต้น แสดงให้เห็นว่าในการจำแนกกิจกรรมพื้นฐานด้วยการใช้ข้อมูลลักษณะของเสียงเดิน การใช้งานอุปกรณ์ และสถานะความเคลื่อนไหวยังมีความผิดพลาดเกิดขึ้น จากการทดสอบประสิทธิภาพของการใช้ข้อมูลลักษณะเสียงเดินและการใช้งานอุปกรณ์ ในการจำแนกกิจกรรมพื้นฐาน (การทดสอบ 4.3.2.2) และการทดสอบประสิทธิภาพการใช้ข้อมูลระดับแรงกดทับและข้อมูลการเคลื่อนไหว ในการจำแนกกิจกรรมพื้นฐาน (การทดสอบ 4.3.2.3) ทำให้สังเกตให้เห็นว่า เมื่อนำข้อมูลความสัมพันธ์กับกิจกรรมพื้นฐานมารวมกันทำให้ข้อมูลที่มีคุณสมบัติต่อกิจกรรมพื้นฐานเดียวกันมีความสัมพันธ์มากขึ้น และข้อมูลที่มีคุณสมบัติต่างกันจะมีความสัมพันธ์ลดลง จะทำให้สามารถจำแนกกิจกรรมพื้นฐานได้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น เช่น ถ้าหากคุณลักษณะเด่นของเสียงที่บ่งบอกว่าเป็นลักษณะของเสียงเดิน จากความสัมพันธ์ลักษณะของเสียงเดินกับกิจกรรมพื้นฐาน (ภาพประกอบ ค-6) ทำให้ทราบว่ามีความสัมพันธ์กับท่าทางการเดินมากที่สุด รวมกับคุณลักษณะเด่นการใช้งานอุปกรณ์ที่บ่งบอกว่าไม่มีการใช้งานอุปกรณ์ จากความสัมพันธ์ของคุณลักษณะเด่นการงานอุปกรณ์กับกิจกรรมพื้นฐาน (ภาพประกอบ ค-7) ทำให้ทราบว่ามีความสัมพันธ์มากที่สุด 3 กิจกรรม ได้แก่ ท่าทางการเดิน ท่าทางการยืน และไม่มีกิจกรรม และเมื่อรวมกับข้อมูลความเคลื่อนไหวที่บ่งบอกว่ามีความเคลื่อนไหวเกิดขึ้น จากความสัมพันธ์ของคุณลักษณะเด่นการเคลื่อนไหวกับกิจกรรมพื้นฐาน (ภาพประกอบ ค-8) ทำให้ทราบว่ามีความสัมพันธ์กับท่าทางการเดินมากที่สุดเหมือนกัน ซึ่งเมื่อรวมความสัมพันธ์ของลักษณะเด่นกับกิจกรรมพื้นฐาน ทำให้คุณสมบัติของท่าทางการเดินมีความเด่นชัดมากยิ่งขึ้น เป็นต้น ท่าทางการนอนถูกต้องทั้งหมด เนื่องจากข้อมูลคุณลักษณะเด่นการใช้งานอุปกรณ์มีลักษณะความสัมพันธ์มากสุดกับท่าทางการนอนมีความถูกต้องในการจำแนกทั้งหมด ความผิดพลาดของกรณีไม่กิจกรรมพื้นฐาน เนื่องจากคุณลักษณะเด่นจาก 3 การทดลองไม่มีลักษณะใดที่มีความสัมพันธ์มากสุดกับกรณีไม่มีกิจกรรมพื้นฐาน ระบบจึงไม่สามารถหาความน่าจะเป็นมากสุดกรณีไม่มีกิจกรรมพื้นฐานได้ ดังนั้นโดยรวมการใช้ข้อมูลข้อมูลลักษณะของเสียงเดิน การใช้งานอุปกรณ์และสถานะความเคลื่อนไหวทำให้มีความถูกต้องเพิ่มขึ้นจากการใช้ข้อมูลสองประเภทเฉลี่ยแล้ว 8.45 เปอร์เซ็นต์

4.3.3.3 สรุปผลการทดสอบคุณลักษณะเด่น 3 ประเภท

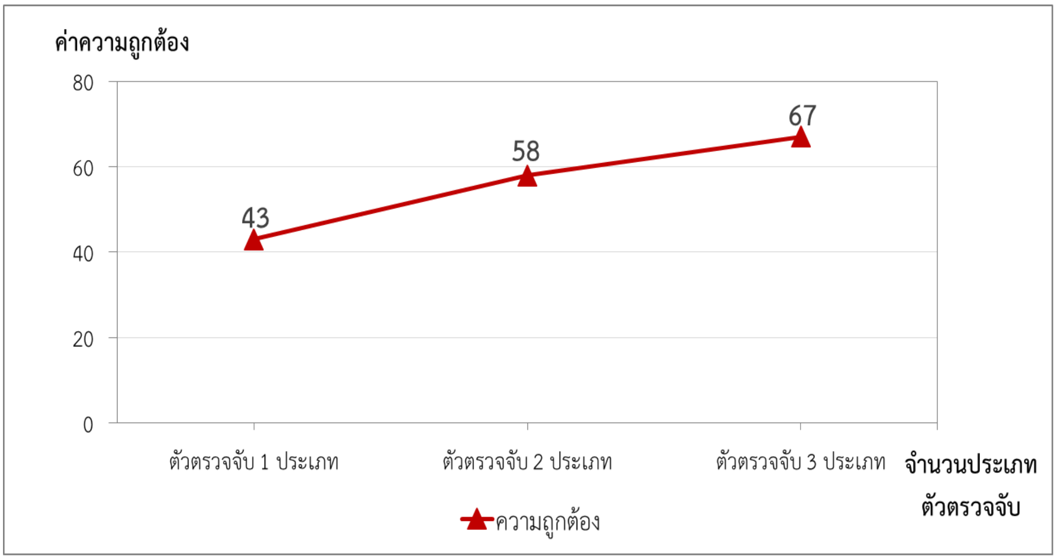
การทดสอบความถูกต้องของการจำแนกกิจกรรมพื้นฐานด้วยการรวมคุณลักษณะเด่นจากตัวตรวจจับ 3 ประเภท ทั้งหมด 4 การทดลอง แต่ข้างต้นได้มีการอธิบายผลการจำแนกกิจกรรมพื้นฐานที่มีความถูกต้องมากสุด 2 อันแรกไปแล้ว ส่วนการทดลองใช้ข้อมูลตำแหน่งของมนุษย์กล้องที่ 1 การใช้งานอุปกรณ์ และสถานะความเคลื่อนไหวมีความถูกต้องโดยเฉลี่ย 65.44 เปอร์เซ็นต์ และการใช้ข้อมูลตำแหน่งของมนุษย์กล้องที่ 1 ลักษณะเสียงเดิน และสถานะความเคลื่อนไหวมีความถูกต้องโดยเฉลี่ย 53.67 เปอร์เซ็นต์ จากการใช้ข้อมูลคุณลักษณะเด่น 3 ประเภทตัวตรวจจับ จำแนกกิจกรรมพื้นฐานมีความถูกต้องโดยเฉลี่ยทั้งหมด 67.21 เปอร์เซ็นต์ ดังตาราง 4-15 จะเห็นว่าท่าทางการนอนถูกต้องทั้งหมด เนื่องจากข้อมูลคุณลักษณะเด่นการใช้งานอุปกรณ์มีลักษณะความสัมพันธ์มากสุดกับท่าทางการนอนมีความถูกต้องในการจำแนกทั้งหมด และกรณีไม่มีกิจกรรมพื้นฐานผิดพลาดมากที่สุด เนื่องจากจำนวนข้อมูลคุณลักษณะเด่นที่มีความสัมพันธ์มากสุดกับกรณีไม่มีกิจกรรมพื้นฐานมีเพียงคุณลักษณะเด่นตำแหน่งของมนุษย์ อีกทั้งคุณลักษณะเด่นตำแหน่งของมนุษย์ในกรณีไม่มีกิจกรรมพื้นฐานก็มีความผิดพลาดจากขั้นตอนการสกัดคุณลักษณะเด่นค่อนข้างมาก ดังนั้นหากใช้ข้อมูลสามประเภทในการจำแนกกิจกรรมพื้นฐานของมนุษย์จะมีความถูกต้องมากกว่าการใช้ข้อมูลสองประเภท 9.09 เปอร์เซ็นต์ มันเป็นการบ่งบอกว่าถ้าหากเพิ่มจำนวนข้อมูลคุณลักษณะเด่นที่มีความสำคัญ จะทำให้ข้อมูลมีความครอบคลุม และมีลักษณะเด่นที่ชัดเจนมากยิ่งขึ้น เพื่อใช้ในการจำแนกกิจกรรมพื้นฐานอย่างมีประสิทธิภาพ

ตาราง 4-15 ความถูกต้องในการจำแนกกิจกรรมพื้นฐานของมนุษย์จากการใช้ข้อมูล 3 ประเภท

กิจกรรมพื้นฐาน	ความถูกต้อง (%)
ท่าทางการนั่ง	91.69
ท่าทางการนอน	89.23
ท่าทางการเดิน	73.51
ท่าทางการยืน	67.1
ไม่มีกิจกรรม	14.54
เฉลี่ย	67.21

จากการสุ่มทดสอบประสิทธิภาพความสัมพันธ์ของข้อมูลแต่ละชนิดในการจำแนกกิจกรรมพื้นฐาน การทดลองโดยใช้คุณลักษณะเด่นของข้อมูลจากตัวตรวจจับ 1 ประเภท ทำให้ทราบว่าข้อมูลแต่ละชนิดมีความสัมพันธ์กับกิจกรรมพื้นฐานที่ต่างกันตามชนิดข้อมูล และข้อมูลแต่ละชนิดจะมีลักษณะเด่นเฉพาะกับกิจกรรมพื้นฐานแตกต่างกันออกไป จึงทำให้ความถูกต้องของการจำแนกกิจกรรมพื้นฐานยังไม่น่าเชื่อถือ จึงมีแนวคิดในการรวมข้อมูลข้อมูลแต่ละชนิดเข้าด้วยกัน เพื่อทดสอบประสิทธิภาพการรวมข้อมูล ซึ่งเป็นการทดลองรวมข้อมูลคุณลักษณะเด่นจากตัวตรวจจับ 2 ประเภท และการทดลองโดยใช้ข้อมูลคุณลักษณะเด่นจากตัวตรวจจับ 3 ประเภท ทำให้ทราบว่าการรวมข้อมูลเพื่อใช้ในการจำแนกกิจกรรมพื้นฐาน ทำให้ความครอบคลุมของข้อมูลมีมากขึ้น คุณสมบัติของกิจกรรมพื้นฐานมีลักษณะที่เด่นชัดมากขึ้น และทำให้การจำแนกกิจกรรมพื้นฐานมีประสิทธิภาพมากขึ้น ดังภาพประกอบ 4-11 จะเห็นว่าการจำแนกกิจกรรมพื้นฐานมีความถูกต้องเพิ่มมากขึ้นตาม

สมมติฐานการเพิ่มขึ้นของข้อมูลคุณลักษณะเด่น การใช้ข้อมูลคุณลักษณะเด่น 3 คุณลักษณะเด่น มีความถูกต้องมากกว่าการใช้ 1 ข้อมูลคุณลักษณะเด่น 24 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นการใช้ข้อมูลคุณลักษณะเด่นจาก 1 ถึง 3 คุณลักษณะเด่นจะทำให้เห็นความถูกต้องที่เพิ่มขึ้นอย่างมีลำดับ ต่อไปจะเป็นการทดสอบความถูกต้องของการใช้ข้อมูลคุณลักษณะเด่น 9 คุณลักษณะเด่น



ภาพประกอบ 4-11 กราฟแสดงประสิทธิภาพของการรวมข้อมูล

4.4 ผลการทดสอบประสิทธิภาพของระบบจำแนกกิจกรรมพื้นฐานของมนุษย์

จากระบบการรวมข้อมูลที่ได้ออกแบบเพื่อใช้ในการจำแนกกิจกรรมพื้นฐานด้วยความน่าจะเป็นแบบเบย์ เป็นการหาความน่าจะเป็นมากสุดของกิจกรรมพื้นฐานของมนุษย์ภายในบริเวณที่สนใจ ด้วยการใช้ข้อมูลจากตัวตรวจจับที่ติดตั้งไว้ภายในบริเวณที่สนใจ ประกอบด้วย กล้องที่มีความละเอียด 480 x 640 จุดภาพ จำนวน 2 ตัว ออกแบบวางในตำแหน่งมุมมองตรงข้ามกัน ไมโครโฟน 1 ตัว ตัวตรวจจับแรงกดทับ 3 ตัว ติดตั้งที่เก้าอี้และเตียง และตัวตรวจจับเคลื่อนไหวของมนุษย์ 1 ตัว สกัดคุณลักษณะเด่นข้อมูลที่มีความสัมพันธ์กับกิจกรรมพื้นฐาน 9 คุณลักษณะเด่น แบ่งออกเป็นคุณลักษณะเด่นจากภาพ 6 คุณลักษณะเด่น ได้แก่ คุณลักษณะข้อมูลพิกัดตำแหน่งที่ตรวจจับมนุษย์ได้ คุณลักษณะเด่นระนาบของมนุษย์ และคุณลักษณะเด่นบริเวณทีมีความเคลื่อนไหว จากทั้ง 2 กล้อง ประเภทละ 2 คุณลักษณะเด่น คุณลักษณะเด่นจากเสียง 1 คุณลักษณะเด่น ได้แก่ คุณลักษณะของเสียงเดิน คุณลักษณะเด่นจากระดับแรงกดทับ 1 คุณลักษณะเด่น ได้แก่ คุณลักษณะเด่นข้อมูลการใช้งานอุปกรณ์ และคุณลักษณะเด่นข้อมูลการเคลื่อนไหวของมนุษย์ 1 คุณลักษณะเด่น ได้แก่ คุณลักษณะเด่นการเคลื่อนไหว นำคุณลักษณะเด่นของข้อมูลหาความสัมพันธ์กับกิจกรรมพื้นฐาน ดังนั้นจึงได้ประยุกต์ใช้การรวมข้อมูลจากหลายคุณลักษณะเด่นหาความสัมพันธ์ของข้อมูล ร่วมกับค่าความน่าจะเป็นของกิจกรรมพื้นฐานที่ได้จากการเรียนรู้แบบเบย์ มาใช้ในการหาความน่าจะเป็นมากสุดของกิจกรรมพื้นฐาน โดยพิจารณา ท่าทางการยืน ท่าทางการเดิน ท่าทางการนั่ง ท่าทางการนอน และไม่มีกิจกรรมพื้นฐาน

(1) สมมติฐาน

การนำข้อมูลจากตัวตรวจจับบริเวณที่สนใจมาวิเคราะห์คุณลักษณะเด่นของข้อมูลใช้ในการจำแนกกิจกรรมพื้นฐานของมนุษย์ คือ ท่าทางการยืน ท่าทางการเดิน ท่าทางการนั่ง ท่าทางการนอน และไม่มีกิจกรรม ว่ามีความถูกต้องมากน้อยเพียงใด

(2) ปัจจัยในการทดลอง

ข้อมูลตำแหน่งของมนุษย์ ระนาบของมนุษย์ ตำแหน่งที่มีการเคลื่อนไหว จากกล้องที่ 1 และ 2 ข้อมูลลักษณะเสียง ข้อมูลการใช้งานอุปกรณ์ และข้อมูลสถานะความเคลื่อนไหว ของมนุษย์ 1 คน จำนวน 1,200 ชุดข้อมูล หาความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะเด่นกับกิจกรรมพื้นฐาน ร่วมกับความน่าจะเป็นของกิจกรรมพื้นฐาน ในการหาความน่าจะเป็นมากสุด

วัดประสิทธิภาพการจำแนกกิจกรรมพื้นฐานและการตัดสินใจ ด้วยการเปรียบเทียบกับการตัดสินใจของมนุษย์ โดยสามารถคำนวณค่าความถูกต้องด้วยสมการ (4.1)

(3) ผลการทดลอง

จากกระบวนการทดสอบระบบการจำแนกกิจกรรมพื้นฐานโดยใช้ข้อมูลภายในบริเวณที่สนใจมาวิเคราะห์คุณลักษณะเด่นทั้งหมด 9 คุณลักษณะเด่น จึงได้ผลลัพธ์ดังตาราง 4-16 เป็นตารางแสดงผลลัพธ์ค่าความถูกต้อง จากระบบที่จำแนกกิจกรรมพื้นฐานของมนุษย์ซึ่งในการพิจารณาว่าข้อมูลชุดนั้นถูกต้องหรือไม่จะนำมาเปรียบเทียบกับการตัดสินใจของมนุษย์ที่ได้จากการสังเกตจนได้ข้อสรุปแนวทางการพิจารณาได้กล่าวไว้ในการทดลองที่ผ่านมา

ตาราง 4-16 ความถูกต้องในการจำแนกกิจกรรมพื้นฐานของมนุษย์จากการใช้ข้อมูลร่วมกัน

กิจกรรมพื้นฐาน	จำนวน	ถูกต้อง	ผิดพลาด	ความถูกต้อง (%)
ท่าทางการนั่ง	373	362	11	97.05
ท่าทางการนอน	253	253	0	100
ท่าทางการเดิน	252	209	43	82.94
ท่าทางการยืน	212	173	39	81.6
ไม่มีกิจกรรม	110	88	22	80
เฉลี่ย				86.32

(4) สรุปผลและวิเคราะห์ผลการทดลอง

จากผลการทดลองข้างต้นเป็นการนำข้อมูลจากบริเวณที่สนใจภายในห้องพักโดยใช้ข้อมูลจากตัวตรวจจับ 4 ชนิด มาสกัดคุณลักษณะเด่น 9 คุณลักษณะเด่น ระบบจำแนกกิจกรรมพื้นฐานมีความถูกต้องเพิ่มมากขึ้นมากกว่าสองประเภทและสามประเภท แต่ก็ยังคงมีความผิดพลาดเกิดขึ้น จะทำการวิเคราะห์ผลกิจกรรมเริ่มจาก ท่าทางการนั่งยังมีความผิดพลาดเนื่องจากการขาดหายข้อมูลระดับแรงกดทับและข้อมูลการเคลื่อนไหว ยังคงสถานะมีความเคลื่อนไหวในช่วงแรกของท่าทางการนั่ง ท่าทางการนอนมีความถูกต้องทั้งหมด เนื่องจากขั้นตอนการสกัดคุณลักษณะเด่นของคุณลักษณะเด่นที่มีความสัมพันธ์มากสุดกับท่าทางการนอนมีความถูกต้องทั้งหมด ท่าทางการเดินมีความผิดพลาด เนื่องจากความผิดพลาดที่เกิดจากการที่บางครั้งมนุษย์เคลื่อนที่หรือเปลี่ยนตำแหน่งช้า

จึงทำให้ตัวตรวจจับความเคลื่อนไหวไม่สามารถจับความเคลื่อนไหวได้ และเสียงของการเดินเบาจนไมโครโฟนไม่สามารถตรวจจับเสียงได้ ระบบจึงสรุปว่าแสดงท่าทางการยืน ท่าทางการยืนมีความผิดพลาดเนื่องจากความผิดพลาดที่เกิดจากการที่มนุษย์ขยับร่างกายจนเกินค่าที่ออกแบบไว้จนระบบตรวจจับว่าได้มีการเปลี่ยนตำแหน่งพิกัดที่อยู่จึงสรุปว่าแสดงท่าทางการเดิน โดยรวมแล้วกรณีที่ไม่มีกิจกรรมพื้นฐานผิดพลาดเยอะที่สุด เกิดจากในขณะที่ไม่มีมนุษย์อยู่ในบริเวณที่สนใจแต่ เกิดความเปลี่ยนแปลงของแสงอย่างเฉียบพลันทำให้ การสกัดคุณลักษณะเด่นของภาพและข้อมูลการเคลื่อนไหวของมนุษย์เกิดความผิดพลาด และอาจจะมีเสียงเดินนอกบริเวณพื้นที่สนใจเข้ามาในไมโครโฟน จึงทำให้การสกัดคุณลักษณะเด่นของเสียงเป็นลักษณะเสียงเดิน ดังนั้นค่าความถูกต้องเฉลี่ยในการจำแนกกิจกรรมพื้นฐานคือ 86.32 เปอร์เซ็นต์

4.5 สรุป

ในบทนี้เป็นการประเมินประสิทธิภาพของการนำเทคนิคการรวมข้อมูลจากหลายตัวตรวจจับมาสกัดคุณลักษณะเด่นเฉพาะส่วนที่มีความสำคัญมาประยุกต์ใช้ความน่าจะเป็นแบบเบย์ในการจำแนกกิจกรรมพื้นฐานของมนุษย์โดยแบ่งการทดลองเป็น 3 ส่วนหลัก ๆ ด้วยกันคือ

1) การทดลองความน่าจะเป็นของกิจกรรมพื้นฐานของมนุษย์ เพื่อสอนให้ระบบเกิดการเรียนรู้โดยการใช้ข้อมูล 9 คุณลักษณะเด่นเพื่อหาความน่าจะเป็นของกิจกรรมพื้นฐาน และความสัมพันธ์ของกิจกรรมพื้นฐานต่อคุณลักษณะเด่น ซึ่งเป็นสอนให้ระบบจำแนกและตัดสินใจ โดยใช้การสังเกตจนได้ข้อสรุปและตัดสินใจโดยมนุษย์
2) เป็นการทดสอบประสิทธิภาพระบบการรวมข้อมูลที่ออกแบบไว้โดยการสุ่มใช้ข้อมูลคุณลักษณะเด่นมาใช้ในการจำแนกกิจกรรมพื้นฐาน ทดสอบโดยการเพิ่มชนิดของข้อมูลคุณลักษณะเด่นที่ใช้กับระบบที่ออกแบบไว้ เพื่อวัดความถูกต้องว่ามีมากน้อยเพียงใด โดยวัดความถูกต้องของระบบด้วยการเปรียบเทียบการตัดสินใจของมนุษย์ และแสดงค่าค่าความถูกต้องและไม่ถูกต้องของแต่ละการทดลอง
3) เป็นการทดสอบระบบการจำแนกกิจจรรมพื้นฐานด้วยความน่าจะเป็นแบบเบย์ด้วยการใช้ข้อมูลจากหลายตัวตรวจจับมาสกัดคุณลักษณะเด่น 9 คุณลักษณะเด่นใช้งานร่วมกันในการจำแนกกิจกรรมพื้นฐานของมนุษย์ โดยการใช้ค่าความสัมพันธ์ของกิจกรรมพื้นฐานที่มีต่อคุณลักษณะเด่นทั้ง 9 คุณลักษณะเด่นร่วมกับความน่าจะเป็นของกิจกรรมพื้นฐานแล้วจะได้ความน่าจะเป็นมากสุดของกิจกรรมพื้นฐานที่มีความถูกต้องเฉลี่ยในการจำแนกกิจกรรมพื้นฐานคือ 86.32 เปอร์เซ็นต์

บทที่ 5
บทสรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

ในงานวิจัยนี้ได้วิจัยและพัฒนาเทคนิคการรวมข้อมูลจากหลายตัวตรวจจับในระดับคุณลักษณะเด่นของข้อมูลโดยใช้ทฤษฎีความน่าจะเป็นแบบเบย์ เพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในการจำแนกกิจกรรมพื้นฐานของมนุษย์ที่อยู่อาศัยภายในบริเวณที่สนใจของมนุษย์ 1 คน ที่แสดงท่าทางแบบสุ่มอย่างต่อเนื่องคือ ท่าทางการยืน ท่าทางการเดิน ท่าทางการนั่ง ท่าทางการนอน และไม่มีกิจกรรม ในการประเมินผลทดสอบระบบที่ออกแบบนั้น จะแบ่งการทดลอง ออกเป็น 3 ส่วนด้วยกัน

1) การสอนการเรียนรู้ตามสมมติฐานด้วยการตัดสินใจของมนุษย์ โดยใช้คุณลักษณะเด่นที่มีความสำคัญกับระบบที่ออกแบบไว้ 9 คุณลักษณะเด่น ที่ได้จากตัวตรวจจับ 4 ประเภท คือ ภาพ เสียง ระดับแรงกดทับ และการเคลื่อนไหว เพื่อหาค่าความสัมพันธ์ของกิจกรรมพื้นฐานต่อข้อมูลคุณลักษณะเด่น และความน่าจะเป็นของกิจกรรมพื้นฐาน เพื่อนำไปหาความน่าจะเป็นมากสุดของกิจกรรมพื้นฐานเมื่อทราบข้อมูลคุณลักษณะเด่น

2) เป็นการทดสอบความถูกต้องของระบบที่ออกแบบไว้ ด้วยการรวมข้อมูลคุณลักษณะเด่นในการจำแนกตัดสินใจกิจกรรมพื้นฐานของมนุษย์แบบสุ่มเลือกข้อมูลคุณลักษณะเด่นมาใช้ในการทดสอบเพิ่มจำนวนประเภทข้อมูลคุณลักษณะเด่นด้วยการใช้ความน่าจะเป็นแบบเบย์ จะใช้ค่าความเป็นไปได้ของกิจกรรมพื้นฐานที่มีต่อข้อมูลคุณลักษณะเด่น และถ่วงน้ำหนักด้วยความน่าจะเป็นของกิจกรรมพื้นฐาน จึงได้ผลการทดสอบว่าความถูกต้องของระบบที่ทดสอบนั้นมีความถูกต้องมากยิ่งขึ้นหากเพิ่มจำนวนประเภทของข้อมูลลักษณะเด่นที่มีความสำคัญกับกิจกรรมพื้นฐานของมนุษย์

3) เป็นการทดสอบความถูกต้องของระบบรวมข้อมูลคุณลักษณะเด่นจากหลายแหล่งเพื่อประยุกต์ใช้ในการระบุพฤติกรรมมนุษย์ภายในบริเวณที่สนใจ 1 คน ที่แสดงท่าทางแบบสุ่มอย่างต่อเนื่อง คือ ท่าทางการยืน ท่าทางการเดิน ท่าทางการนั่ง และท่าทางการนอน ด้วยข้อมูลภาพ เสียง การใช้อุปกรณ์ และข้อมูลการเคลื่อนไหว นำมาสกัดข้อมูลคุณลักษณะเด่น เพื่อที่จะนำไปหาค่าความเป็นไปได้ของกิจกรรมพื้นฐานที่มีในข้อมูลคุณลักษณะเด่นมาคูน และถ่วงน้ำหนักด้วยความน่าจะเป็นแล้วหาค่าความน่าจะเป็นว่ากิจกรรมพื้นฐานใดที่มีความน่าจะเป็นมากที่สุด ณ ขณะนั้น

สรุปได้ว่าการทดลองการรวมข้อมูลแบบที่นำข้อมูลคุณลักษณะเด่นมาใช้ในการตัดสินใจนั้นจะช่วยลดปริมาณข้อมูลที่ใช้ประมวลผล และลดปริมาณช่องสัญญาณที่ต้องการใช้ในการสื่อสาร แต่ก็มีข้อเสียในการสูญเสียความสมบูรณ์ของข้อมูล ซึ่งในการทดลองนี้ก็ประยุกต์ใช้ในการนำข้อมูลคุณลักษณะเด่นจากหลายแหล่งเฉพาะส่วนที่มีความสำคัญกับกิจกรรมพื้นฐานของมนุษย์ มารวมข้อมูลด้วยความน่าจะเป็นของข้อมูล ซึ่งก็เลือกใช้ทฤษฎีการเรียนรู้แบบเบย์มาประยุกต์ใช้ในการรวมข้อมูลคุณลักษณะเด่นจากหลายแหล่ง เพื่อใช้ในการตัดสินใจกิจกรรมพื้นฐานของมนุษย์ จึงได้ค่าความถูกต้องในการตัดสินใจกิจกรรมพื้นฐานของทั้งระบบคือ 86.32 เปอร์เซ็นต์

5.2 ข้อเสนอแนะ

งานวิจัยนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการบันทึกพฤติกรรมของผู้สูงอายุ เพื่อเฝ้าระวังและติดตามพฤติกรรมเพื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์ข้อมูลทางสุขภาพ แต่อย่างไรก็ตามระบบยังคงมีความผิดพลาดในการจำแนกกิจกรรมพื้นฐาน เนื่องจากความผิดพลาดของข้อมูลคุณลักษณะเด่นที่นำมาใช้ ถ้าหากเลือกใช้ข้อมูลคุณลักษณะเด่นที่มีความถูกต้องในการสกัดเอาเฉพาะส่วนที่มีความสำคัญต่อกิจกรรมพื้นฐานมากขึ้น หรือว่าจะเป็นการเพิ่มประเภทของตัวตรวจจับ ก็จะทำให้ระบบการจำแนกและตัดสินใจกิจกรรมพื้นฐานมีความถูกต้องมากขึ้นด้วย

เอกสารอ้างอิง

[1] D. L. Hall and J. Llinas, "An introduction to multisensor data fusion," *Proceedings of the IEEE*, vol. 85, no. 1, pp. 6–23, 1997.

[2] H. B. Mitchell, *Data fusion: concepts and ideas*. Springer Science & Business Media, 2012.

[3] L. C. De Silva, "Multi-sensor based human activity detection for smart homes," in *Proceedings of the 3rd International Universal Communication Symposium*, 2009, pp. 223–229.

[4] L. Snidaro, I. Visentini, and G. L. Foresti, "Data fusion in modern surveillance," in *Innovations in Defence Support Systems–3*, Springer, 2011, pp. 1–21.

[5] C. Zhu and W. Sheng, "Human daily activity recognition in robot-assisted living using multi-sensor fusion," in *Robotics and Automation, 2009. ICRA'09. IEEE International Conference on*, 2009, pp. 2154–2159.

[6] L. Rong and L. Ming, "Recognizing human activities based on multi-sensors fusion," in *Bioinformatics and Biomedical Engineering (iCBBE), 2010 4th International Conference on*, 2010, pp. 1–4.

[7] N. Zouba, F. Bremond, M. Thonnat, and V. T. Vu, "Multi-sensors analysis for everyday activity monitoring," *Proc. of SETIT*, pp. 25–29, 2007.

[8] N. Zouba, F. Bremond, and M. Thonnat, "Multisensor fusion for monitoring elderly activities at home," in *Advanced Video and Signal Based Surveillance, 2009. AVSS'09. Sixth IEEE International Conference on*, 2009, pp. 98–103.

[9] C. Zhu and W. Sheng, "Motion-and location-based online human daily activity recognition," *Pervasive and Mobile Computing*, vol. 7, no. 2, pp. 256–269, 2011.

[10] F. He, J. Wang, X. Zhang, and Y. Gao, "A moving objects detection algorithm using iterative division and Gaussian mixture model," in *Advanced Computer Control (ICACC), 2010 2nd International Conference on*, 2010, vol. 5, pp. 229–233.

[11] I. Pavlidis, V. Morellas, P. Tsiamyrtzis, and S. Harp, "Urban surveillance systems: from the laboratory to the commercial world," *Proceedings of the IEEE*, vol. 89, no. 10, pp. 1478–1497, 2001.

[12] M. Piccardi, "Background subtraction techniques: a review," in *Systems, man and cybernetics, 2004 IEEE international conference on*, 2004, vol. 4, pp. 3099–3104.

[13] R. M. Haralick, S. R. Sternberg, and X. Zhuang, “Image analysis using mathematical morphology,” *Pattern Analysis and Machine Intelligence, IEEE Transactions on*, no. 4, pp. 532–550, 1987.

[14] C. R. Wren, A. Azarbayejani, T. Darrell, and A. P. Pentland, “Pfinder: Real-time tracking of the human body,” *Pattern Analysis and Machine Intelligence, IEEE Transactions on*, vol. 19, no. 7, pp. 780–785, 1997.

[15] A. M. Elgammal and L. S. Davis, “Probabilistic framework for segmenting people under occlusion,” in *Computer Vision, 2001. ICCV 2001. Proceedings. Eighth IEEE International Conference on*, 2001, vol. 2, pp. 145–152.

[16] N. Dalal, B. Triggs, and C. Schmid, “Human detection using oriented histograms of flow and appearance,” in *Computer Vision–ECCV 2006*, Springer, 2006, pp. 428–441.

[17] L. Muda, M. Begam, and I. Elamvazuthi, “Voice recognition algorithms using mel frequency cepstral coefficient (MFCC) and dynamic time warping (DTW) techniques,” *arXiv preprint arXiv:1003.4083*, 2010.

[18] S. B. Kotsiantis, *Supervised machine learning: A review of classification techniques*. 2007, pp 3-24

[19] W. M. Bolstad, *Introduction to Bayesian statistics*. John Wiley & Sons, 2013.

[20] M. E. Glickman and D. A. van Dyk, “Basic Bayesian Methods,” *Topics in Biostatistics*, pp. 319–338, 2007.

[21] D. Barber, *Bayesian reasoning and machine learning*. Cambridge University Press, 2012.

[22] R. M. Neal, *Bayesian learning for neural networks*, vol. 118. Springer Science & Business Media, 2012.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก.
ผลงานตีพิมพ์เผยแพร่จากวิทยานิพนธ์

International Journal of Information and Electronics Engineering, Vol. 5, No. 6, November 2015

Multi-sensor Data Fusion Model Based Kalman Filter Using Fuzzy Logic for Human Activity Detection

Nattawut Wichit and Anant Choksuriwong

***Abstract*—The performances of the systems that fuse multiple data coming from different sources are deemed to benefit from the heterogeneity and the diversity of the information involved. In this work a novel Multi-Sensor Data Fusion (MSDF) architecture is presented. The estimation accuracy of the system states is reduced dramatically. Therefore, applying Kalman filter to generate the importance density function has been introduced to improve the performance with slightly increasing the computational complexity. In this paper we propose a new Multisensor based activity recognition approach which fuzzy logic fusion sensors to recognize Human Behavior. This approach aims to provide accuracy and robustness to the activity recognition system. In the proposed approach, we choose to perform fusion at the Feature-level.**

***Index Terms*—Kalman filter, information fusion, multi-sensor data fusion, fuzzy logic, human activity detection.**

I. INTRODUCTION

Surveillance and observation of human behavior in the home are much more developed. To reduce accidents that may occur at any time of the residency. Especially the elderly, who are able to support themselves with less so there needs to be used to monitor and observe the behavior of the residents in the home [1]. However, at present the accuracy of the method used is not enough, there is no flexibility on the obstacles. This is because the information is not enough to make the decision to expand the concept to catch up [2]. For each sensor, which is placed in the position and form of the different sensors to collect data. The sensor on the data is not sufficient to decide the other sensor. Data and help increase decision accuracy. The total amount of data is called Data Fusion Model was originally created for use in the military [3] in planning decisions for the opponent and the location of the enemy. We are thus presenting a survey of the existing methods to outline how the combination of heterogeneous data can lead to better situation awareness in a surveillance scenario. We also discuss a new paradigm that could be taken into consideration for the design of next generation surveillance systems with the can be divided into three levels. We list several multi-sensor data fusion applications and their architectures.

Several fusion process models have been developed over the years. The first and most known originates from the US Joint Directors of Laboratories (JDL) [4] JDL model involving broadening the functional model, relating the taxonomy to fields beyond the original military focus, and integrating a data fusion tree architecture model for system description, design, and development. The data fusion approach based on Kalman filter adaptive Fuzzy logic. Fuzzy logic is a logical based on the fact that all the real world is not certainty. The concept of multimodal of data fusion is from multiple sensors for human behavior detection.

Manuscript received September 22, 2014; revised April 16, 2015.
Nattawut Wichit and Anant Choksuriwong are with the Department of Computer Engineering, Prince of Songkla University Songkla, Thailand (e-mail: 5410120071@email.psu.ac.th, anant.c@psu.ac.th).

II. KALMAN FILTER ALGORITHM

Given a discrete-time controlled process described by the linear stochastic difference equations:

$$x_{k+1} = A_k x_k + B_k u_k + w_k \tag{1}$$

$$z_k = H_k x_k + v_k \tag{2}$$

where k represents the discrete-time index, x_k is the system state-vector, u_K is the input vector, z_K is the measurement vector, w_K and v_K are uncorrelated zero-mean Gaussian white noise sequences with covariance matrices Q_K and R_K respectively; the Kalman filter algorithm can be described by next group of equations [5]

Prediction (Time Update)	**Correction (Measurement Update)**
1) Project the state ahead $\hat{x}_k^- = A\hat{x}_{k-1} + Bu_k$ 2) Project the error covariance ahead $P_k^- = AP_{k-1}A^T + Q$	***1)*** *Compute the Kalman gain* $K_k = P_k^- H^t (HP_k^- H^T + R)^{-1}$ ***2)*** *Update estimate with measurement* z_k $\hat{x}_k = \hat{x}_k^- + K_k(z_k - H\hat{x}_k^-)$ ***3)*** *Update the error covariance* $P_k = (I - K_k H)P_k^-$

Fig. 2. Kalman system.

where $\hat{x}_k$ represents the estimate of the system state vector x_k, P_k is the state-estimate error covariance matrix, and K_k is commonly referred to as the filter gain or the Kalman gain matrix. From time step k to step k+1, the current state and error covariance estimates to obtain the a priori (indicated by the super new measurement into the a priori estimate to obtain an improved a posteriori estimate [6].

The term $H_k\hat{x}_k^-$ is the one-stage predicted measurement $\hat{z}_k$, and the difference $(z_k - H_k\hat{x}_k^-)$.The Kalman filter algorithm starts with initial conditions at k = 0, being $\hat{x}_k^-$ and P_0^-. With the progression of time, as new measurements z_k become available, the cycle estimation-correction of states and the corresponding error covariance can follow recursively ad infinitum.

DOI: 10.7763/IJIEE.2015.V5.577

International Journal of Information and Electronics Engineering, Vol. 5, No. 6, November 2015

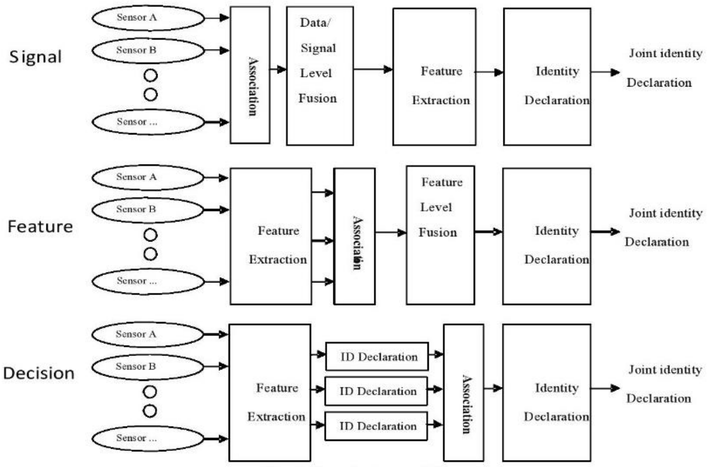


Fig. 1. Data fusion model.

III. Architecture and Fuzzy Logic

Our approach is fuzzy logic to combining multi-sensor (camera, passive infrared, acoustic, and pressure and contact sensors) to improve the recognition of human activities [7]. Fuzzy logic comprises 3 main process, (1) fuzzification, (2) Rule inference, and (3) defuzzification.

Fuzzy sets that have been already determined. In contrast to classical logic where the membership function $u(x)$ of an element x belonging to a set A could take only two values: $u_A(x) = 1$ if $x \in A$ or $u_A(x) = 0$ if $x \notin A$, fuzzy logic introduces the concept of membership degree of an element x to a set A and $u_A(x) \in [0, 1]$, here we speak about truth value. Fig. 3 shows the main fuzzy inference system steps.

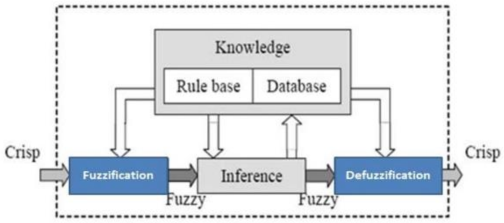


Fig. 3. Fuzzy inference system steps.

There are used our human activities recognition systems which are:

A. Fuzzification

First step in fuzzy logic is to convert the measured data into a set of fuzzy variables. It is done by giving value (these will be our variables) to each of a membership functions set.

B. Fuzzy Rules and Inference System

The fuzzy inference system uses fuzzy equivalents of logical AND, OR and NOT operations to build up fuzzy logic rules. An inference engine operates on rules that are structured in an IF-THEN format.

C. Defuzzification

The last step of a fuzzy logic system consists in turning the fuzzy variables generated by the fuzzy logic rules into real values again which can then be used to perform some action. There are different defuzzification methods in our platform decision model can use Central of Gravity (COG) that popular today in the equation 3.

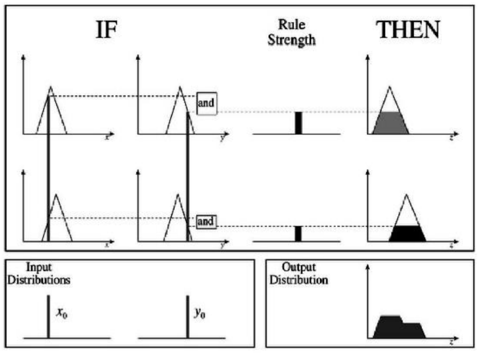


Fig. 4. Rule mamdani with crisp input.

$$\mathrm{COG} = \frac{\sum_{i=1}^{n} u_A(x_i)xi}{\sum_{i=1}^{n} u_A(x_i)} \tag{3}$$

where x_i ($i = 1, 2\ldots n$) arrive the maximal values of $u_A(x)$.

IV. Proposed Approach Overview

Our approach consists in combining the measurement streams with the contact information to improve the recognition of elderly activities [8] (Fig. 4);

This approach has three main tasks:

- The first task consists for the vision component in detecting and tracking people and to recognize predefined video events. For instance, a typical video event is a person sitting down on a chair.
- The second task consists in acquiring sensor streams, in filtering them and in recognizing predefined contact events.

International Journal of Information and Electronics Engineering, Vol. 5, No. 6, November 2015

- Finally, the last task consists in combining the video and the contact events recognized by the previous tasks.

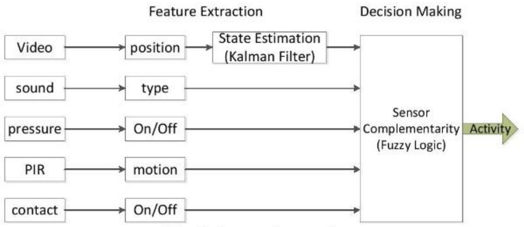


Fig. 4. Approach overview.

The input is the video frame, and the output is the tracking result for each object in the frame. First, the system does the background subtraction and the foreground objects are extracted. After that, for each object that has already been tracked in the previous frames, the Kalman filter prediction is performed. The next stage is to detect whether the object is under occlusion or not. There are a few criteria to determine the occlusion situation. If it is not, the segmentation result is dependable, so the segmentation result is selected as the corresponding measurement.

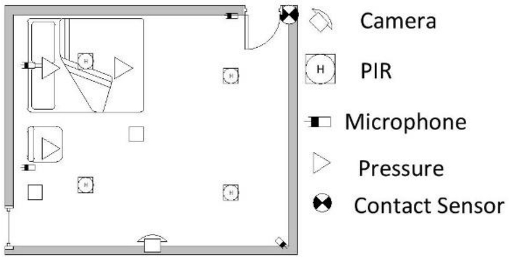


Fig. 5. Overview of multi-sensor in home.

Otherwise, we utilize multiple kernels tracking from which we get the multiple measurements and apply probabilistic data association. By using the measurement either from segmentation results or the multiple kernels tracking results, we are able to update the Kalman filter and display the tracking result.

TABLE I: FUZZY SETS DETERMINED

Membership function	Composition
IP camera sensors	Position
Acoustic sensors	Open-Close Door, Knock
Passive Infrared sensors	present, absent
Pressure sensors	on, off
Contact sensors	on, off

From Table I, subsystem five inputs are built. (1) camera sensor the position classification in home, (2) Acoustic sensors, (3) Passive Infrared sensors use to movement detection in area, (4) Pressure sensors to measured pressure levels on chair, table and bed , (5) Contact sensor use to in-out the door detection.

The next step of our fuzzy logic approach is the fuzzy inference engine which is formulated by a set of fuzzy IF-THEN rules. This second stage uses domain expert knowledge regarding activities to produce a certainty in the occurrence of an activity. Rules provide the recognition of common performances of an activity, as well as the ability to model special cases. The output of human activities recognition such as sitting, standing, sleeping, walking, and in-out the door. A code was developed in the MATLAB environment and simulations were performed [9]. The example below represents the tested model. An example fuzzy rule for human activity detection is:

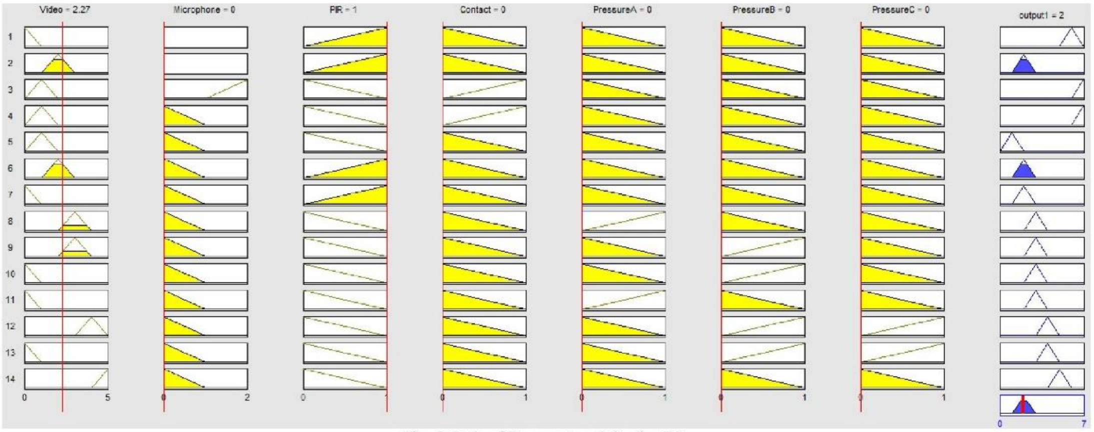


Fig. 6. Rule of Fuzzy set activity (walk).

V. CONCLUSION

In this paper a suitable scheme for Multisensor fusion using Kalman filter has been proposed. This approach takes the advantage of Kalman filter optimality improved real-time performance [10]. A set of Kalman filters with different measurement noise covariance matrix around the adapted one is applied to have a statistical measurement for each sensor. The main advantages of the present method consist of the low computational from the characteristics of fuzzy logic system.

International Journal of Information and Electronics Engineering, Vol. 5, No. 6, November 2015

This approach allows the easy combination between data and adding other sensors. The fuzzy logic decision supports the secure detection of elderly. Finally, the based multi-sensor data fusion is able to extract the measurement data with higher precision in real time. The architecture is effective in where there are several sensors measuring the same parameter and each sensor measurement is contaminated with a different kind of noise. This work has applications in the development of smart structural health monitoring systems, robotics, controls, biomedical imaging, and target tracking. Moreover, it reflects the efficiency and feasibility to real-time circumstance measure and data processing in a system condition monitoring and measurement.

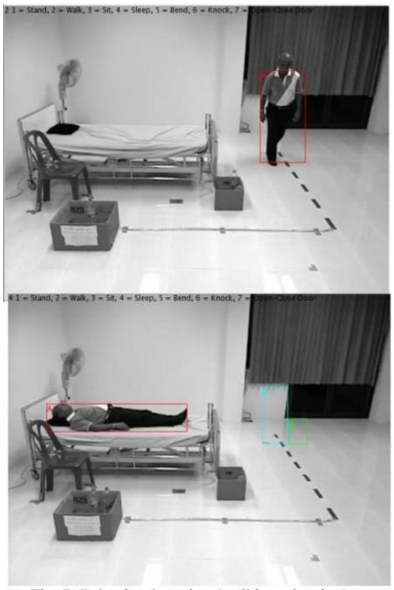


Fig. 7. Behavior detection (walking, sleeping).

ACKNOWLEDGMENT

The research work was supported by the ENG/PSU, Higher Education Research Promotion and National Research University Project of Thailand, Office of the Higher Education Commission : Project ID: ENG540546d.

REFERENCES

[1] L. C. de Silva, *Multi-sensor Based Human Activity Detection for Smart Homes*, USA: New York, 2009, pp. 223-229.

[2] L. Snidaro, I. Visentini, and G. L. Foresti, *Data Fusion Modern Surveillance*, vol. 336, Italy: Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2011, pp. 1-21.

[3] D. L. Hall and J. Llinas, "An introduction to multisensor data fusion," Appl. Res. Lab., Pennsylvania State Univ., University Park, PA, vol. 85, pp. 6–23, 1997.

[4] H. B. Mitchell and M. Batya, *Data Fusion: Concepts and Ideas*, 2nd ed., Springer, pp. 13-49, 2012

[5] G. Welch and G. Bishop, "An introduction to the Kalman filter," Department of Computer Science Chapel Hill University of North Carolina, 2001.

[6] D. Peng, X. Zuo, J. Wu, C. Wang, and T. Zhang, "A Kalman filter based information fusion method for traffic speed estimation," *Power Electronics and Intelligent Transportation System (PEITS)*, 2nd ed., vol. 1, pp. 374-379, ch. 19-20, Dec. 2009.

[7] H. Medjahed, D. Istrate, J. Boudy, and B. Dorizzi, "Human activities of daily living recognition using fuzzy logic for elderly home monitoring," *Fuzzy Systems*, pp. 2001–2006, ch. 20-24, Aug. 2009.

[8] A. E. Abdalla and G. M. E. Banby, "Fuzzy adaptive Kalman filter for multi-sensor system," *Networking and Media Convergence*, pp. 141–145, pp. 24-25, March 2009.

[9] J. R. Raol, "Multi-sensor data fusion with MATLAB," pp. 215-323, CRC Press, December 16, 2009.

[10] H. Cao, R. Zhou, and J. Hao, "An introduction of multisensor optimal information fusion based on Kalman filter method," *Electronic and Mechanical Engineering and Information Technology (EMEIT)*, vol. 6, pp. 3272-3276, Ch. 12-14 Aug. 2011.

Nattawut Wichit received his B.Sc. degree in the Department of Computer Engineering from Naresuan University in 2011. Currently he is a master student at the Department of Computer Engineering, Prince of Songkla University. He research interests are state estimation, and information fusion.

Anant Choksuriwong received the diploma, master and Ph.D. degrees in 2000 (PSU), 2003 (UJF), 2004 (INPG) and 2008 from the School of Engineering in ENSI de Bourges. He researches at iSys Laboratory of Computer Engineering PSU, Songkhla, Thailand.

As of Nov. 2008, he has joined the post of lecturer at the Department of Computer Engineering, Prince of Songkla University (PSU), where he teaches courses in advance image processing, machine learning and principle of robotics.

ภาคผนวก ข.

ตารางตัวอย่างการสร้างโมเดลด้วยการเรียนรู้แบบเบย์

ตาราง ข-1 ข้อมูลกิจกรรมพื้นฐาน 30 ชุดข้อมูล

ตำแหน่งมนุษย์ กล้องที่ 1	ระนาบมนุษย์ กล้องที่ 1	ตำแหน่งการเคลื่อนไหวกล้องที่ 1	ตำแหน่งมนุษย์ กล้องที่ 2	ระนาบมนุษย์ กล้องที่ 2	ตำแหน่งการเคลื่อนไหวกล้องที่ 2	ลักษณะเสียง	การใช้งานอุปกรณ์	สถานะความเคลื่อนไหว	กิจกรรมพื้นฐาน
2	1	2	2	1	2	1	0	1	2
2	1	2	2	1	2	1	0	1	2
2	1	2	2	1	2	1	0	1	2
2	1	0	2	1	0	0	0	0	1
2	1	0	2	1	0	0	0	0	1
2	1	0	2	1	0	0	0	0	1
3	2	3	3	2	3	0	1	0	3
3	2	0	3	2	0	0	1	0	3
3	2	0	3	2	0	0	1	0	3
3	2	0	3	2	0	0	1	0	3
3	2	0	3	2	0	0	1	0	3
2	1	0	2	1	0	0	0	0	1
2	1	0	2	1	0	0	0	0	1
2	1	0	2	1	0	0	0	0	1
3	2	2	3	1	2	1	0	1	2
3	1	2	3	1	2	1	0	1	2
3	2	2	3	1	2	1	0	1	2
3	2	2	3	1	2	1	0	1	2
3	1	0	3	1	0	0	0	0	1
1	1	0	1	1	0	0	0	0	1
3	2	0	3	2	0	0	1	0	3
3	2	0	3	2	0	0	1	0	3
3	2	0	3	2	0	0	1	0	3
1	3	0	1	3	0	0	3	1	4
1	3	0	1	3	0	0	3	0	4
1	3	0	1	3	0	0	3	0	4
1	3	0	1	3	0	0	3	0	4
1	3	0	1	3	0	0	3	0	4
0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
0	0	0	0	0	1	0	0	0	0

ตาราง ข-2 แสดงกลุ่ม class Stand (1) ทั้งหมด 8 ชุดข้อมูล

ตำแหน่งมนุษย์ กล้องที่ 1	ระนาบมนุษย์ กล้องที่ 1	ตำแหน่งการเคลื่อนไหวกล้องที่ 1	ตำแหน่งมนุษย์ กล้องที่ 2	ระนาบมนุษย์ กล้องที่ 2	ตำแหน่งการเคลื่อนไหวกล้องที่ 2	ลักษณะเสียง	การใช้งานอุปกรณ์	สถานะความเคลื่อนไหว	กิจกรรมพื้นฐาน
2	1	0	2	1	0	0	0	0	1
2	1	0	2	1	0	0	0	0	1
2	1	0	2	1	0	0	0	0	1
2	1	0	2	1	0	0	0	0	1
2	1	0	2	1	0	0	0	0	1
2	1	0	2	1	0	0	0	0	1
3	1	0	3	1	0	0	0	0	1
1	1	0	1	1	0	0	0	0	1

ตาราง ข-3 แสดงกลุ่ม class Walk (2) ทั้งหมด 7 ชุดข้อมูล

ตำแหน่งมนุษย์ กล้องที่ 1	ระนาบมนุษย์ กล้องที่ 1	ตำแหน่งการเคลื่อนไหวกล้องที่ 1	ตำแหน่งมนุษย์ กล้องที่ 2	ระนาบมนุษย์ กล้องที่ 2	ตำแหน่งการเคลื่อนไหวกล้องที่ 2	ลักษณะเสียง	การใช้งานอุปกรณ์	สถานะความเคลื่อนไหว	กิจกรรมพื้นฐาน
2	1	2	2	1	2	1	0	1	2
2	1	2	2	1	2	1	0	1	2
2	1	2	2	1	2	1	0	1	2
2	2	2	2	1	2	1	0	1	2
2	1	2	2	1	2	1	0	1	2
1	2	2	1	1	2	1	0	1	2
3	2	2	3	1	2	1	0	1	2

ตาราง ข-4 แสดงกลุ่ม class Sit (3) ทั้งหมด 8 ชุดข้อมูล

ตำแหน่งมนุษย์ กล้องที่ 1	ระนาบมนุษย์ กล้องที่ 1	ตำแหน่งการเคลื่อนไหวกล้องที่ 1	ตำแหน่งมนุษย์ กล้องที่ 2	ระนาบมนุษย์ กล้องที่ 2	ตำแหน่งการเคลื่อนไหวกล้องที่ 2	ลักษณะเสียง	การใช้งานอุปกรณ์	สถานะความเคลื่อนไหว	กิจกรรมพื้นฐาน
3	2	3	3	2	3	0	1	0	3
3	2	0	3	2	0	0	1	0	3
3	2	0	3	2	0	0	1	0	3
3	2	0	3	2	0	0	1	0	3
3	2	0	3	2	0	0	1	0	3

ตำแหน่งมนุษย์ กล้องที่ 1	ระนาบมนุษย์ กล้องที่ 1	ตำแหน่งการเคลื่อนไหวกล้องที่ 1	ตำแหน่งมนุษย์ กล้องที่ 2	ระนาบมนุษย์ กล้องที่ 2	ตำแหน่งการเคลื่อนไหวกล้องที่ 2	ลักษณะเสียง	การใช้งานอุปกรณ์	สถานะความเคลื่อนไหว	กิจกรรมพื้นฐาน
1	2	0	1	2	0	0	2	0	3
1	2	0	1	2	0	0	2	0	3
1	2	0	1	2	0	0	2	0	3

ตาราง ข-5 แสดงกลุ่ม class Sleep (4) ทั้งหมด 5 ชุดข้อมูล

ตำแหน่งมนุษย์ กล้องที่ 1	ระนาบมนุษย์ กล้องที่ 1	ตำแหน่งการเคลื่อนไหวกล้องที่ 1	ตำแหน่งมนุษย์ กล้องที่ 2	ระนาบมนุษย์ กล้องที่ 2	ตำแหน่งการเคลื่อนไหวกล้องที่ 2	ลักษณะเสียง	การใช้งานอุปกรณ์	สถานะความเคลื่อนไหว	กิจกรรมพื้นฐาน
1	3	0	1	3	0	0	3	1	4
1	3	0	1	3	0	0	3	0	4
1	3	0	1	3	0	0	3	0	4
1	3	0	1	3	0	0	3	0	4
1	3	0	1	3	0	0	3	0	4

ตาราง ข-6 แสดงกลุ่ม class No Activity (0) ทั้งหมด 2 ชุดข้อมูล

ตำแหน่งมนุษย์ กล้องที่ 1	ระนาบมนุษย์ กล้องที่ 1	ตำแหน่งการเคลื่อนไหวกล้องที่ 1	ตำแหน่งมนุษย์ กล้องที่ 2	ระนาบมนุษย์ กล้องที่ 2	ตำแหน่งการเคลื่อนไหวกล้องที่ 2	ลักษณะเสียง	การใช้งานอุปกรณ์	สถานะความเคลื่อนไหว	กิจกรรมพื้นฐาน
0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
0	0	0	0	0	1	0	0	0	0

ตาราง ข-7 ความสัมพันธ์ตำแหน่งของมนุษย์จากกล้องที่ 1 กับกิจกรรมพื้นฐาน

กิจกรรม	โซนพักผ่อน	โซนทางเดิน	โซนนั่งเล่น	ไม่มีสิ่งสนใจ
ยืน	0.13	0.74	0.13	0
เดิน	0.14	0.72	0.14	0
นั่ง	0.4	0	0.6	0
นอน	1	0	0	0
ไม่มีกิจกรรม	0	0	0	1

ตาราง ข-8 ความสัมพันธ์ระนาบของมนุษย์จากกล้องที่ 1 กับกิจกรรมพื้นฐาน

กิจกรรม	ระนาบแนวตั้ง	ระนาบกึ่งกลาง	ระนาบแนวนอน	ไม่มีสิ่งสนใจ
ยืน	1	0	0	0
เดิน	0.57	0.43	0	0
นั่ง	0	1	0	0
นอน	0	0	1	0
ไม่มีกิจกรรม	0	0	0	1

ตาราง ข-9 ความสัมพันธ์ตำแหน่งการเคลื่อนไหวของมนุษย์จากกล้องที่ 1 กับกิจกรรมพื้นฐาน

กิจกรรม	โซนพักผ่อน	โซนทางเดิน	โซนนั่งเล่น	ไม่มีสิ่งสนใจ
ยืน	0	0	0	1
เดิน	0	1	0	0
นั่ง	0	0	0.13	0.87
นอน	0	0	0	1
ไม่มีกิจกรรม	0	0	0	1

ตาราง ข-10 ความสัมพันธ์ตำแหน่งของมนุษย์จากกล้องที่ 2 กับกิจกรรมพื้นฐาน

กิจกรรม	โซนพักผ่อน	โซนทางเดิน	โซนนั่งเล่น	ไม่มีสิ่งสนใจ
ยืน	0.13	0.74	0.13	0
เดิน	0.14	0.72	0.14	0
นั่ง	0.38	0	0.62	0
นอน	1	0	0	0
ไม่มีกิจกรรม	0	0	0	1

ตาราง ข-11 ความสัมพันธ์ระนาบของมนุษย์จากกล้องที่ 2 กับกิจกรรมพื้นฐาน

กิจกรรม	ระนาบแนวตั้ง	ระนาบกึ่งกลาง	ระนาบแนวนอน	ไม่มีสิ่งสนใจ
ยืน	1	0	0	0
เดิน	0.57	0.43	0	0
นั่ง	0	1	0	0
นอน	0	0	1	0
ไม่มีกิจกรรม	0	0	0	1

ตาราง ข-12 ความสัมพันธ์ตำแหน่งการเคลื่อนไหวของมนุษย์จากกล้องที่ 2 กับกิจกรรมพื้นฐาน

กิจกรรม	โซนพักผ่อน	โซนทางเดิน	โซนนั่งเล่น	ไม่มีสิ่งสนใจ
ยืน	0	0	0	1
เดิน	0	1	0	0
นั่ง	0	0	0.13	0.87
นอน	0	0	0	1
ไม่มีกิจกรรม	0	0	0	1

ตาราง ข-13 ความสัมพันธ์ลักษณะของเสียงกับกิจกรรมพื้นฐาน

กิจกรรม	ลักษณะเสียงเดิน	ไม่มีลักษณะเสียงเดิน
ยืน	0	1
เดิน	0.86	0.14
นั่ง	0	1
นอน	0	1
ไม่มีกิจกรรม	0.5	0.5

ตาราง ข-14 ความสัมพันธ์คุณลักษณะเด่นการใช้งานเก้าอี้และเตียงกับกิจกรรมพื้นฐาน

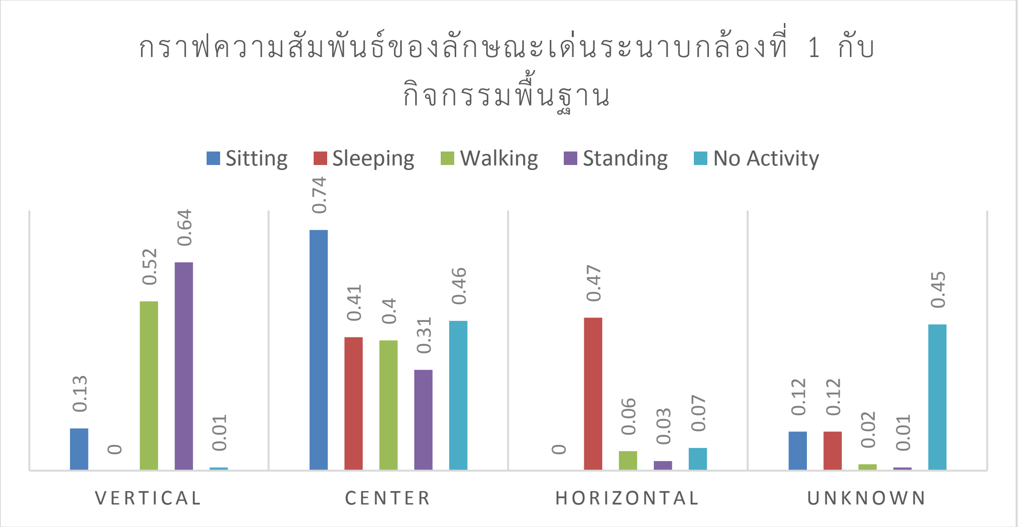
กิจกรรม	ใช้งานเก้าอี้	ใช้งานเตียงส่วนล่าง	ใช้งานเตียงสองส่วน	ไม่มีการใช้งาน
ยืน	0	0	0	1
เดิน	0	0	0	1
นั่ง	0	0.62	0.38	0
นอน	0	0	1	0
ไม่มีกิจกรรม	0	0	0	1

ตาราง ข-15 ความสัมพันธ์สถานะความเคลื่อนไหวกับกิจกรรมพื้นฐาน

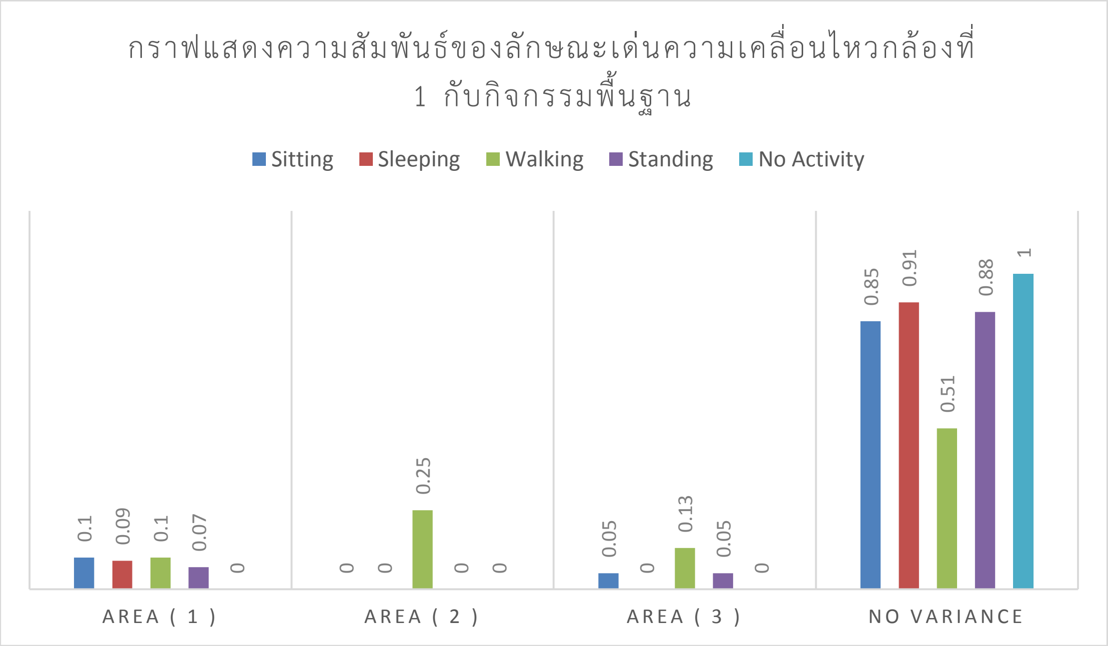
กิจกรรม	ไม่มีการเคลื่อนไหว	มีการเคลื่อนไหว
ยืน	1	0
เดิน	0	1
นั่ง	1	0
นอน	0.8	0.2
ไม่มีกิจกรรม	0.5	0.5

ภาคผนวก ค.

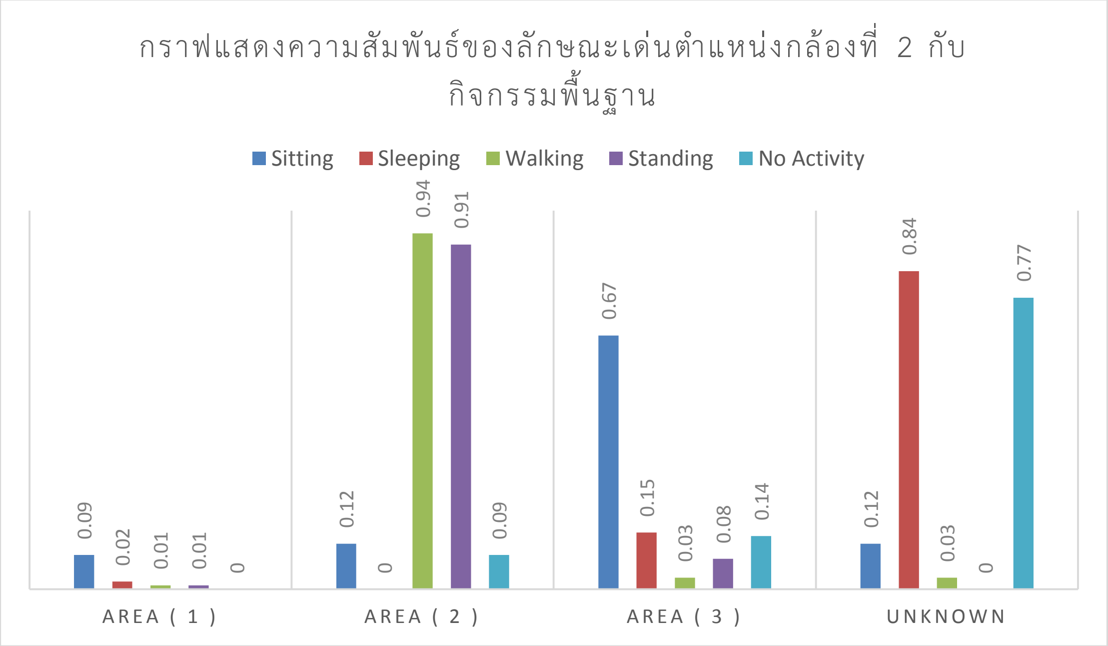
ความสัมพันธ์ของคุณลักษณะเด่นกับกิจกรรมพื้นฐาน



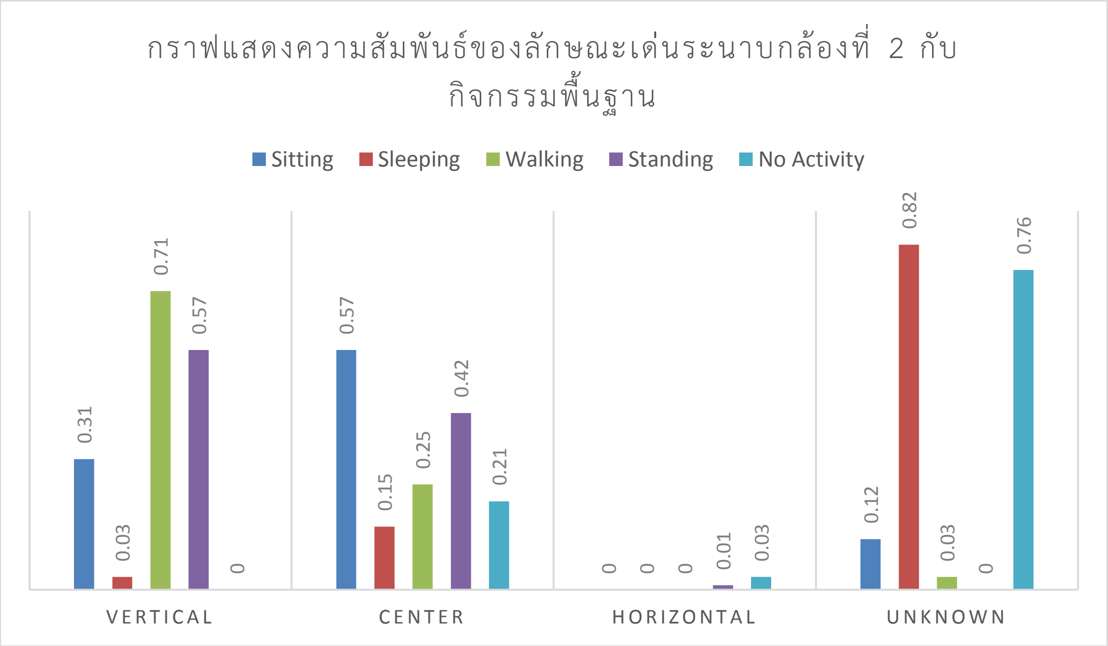
ภาพประกอบ ค-1 กราฟความสัมพันธ์ของลักษณะเด่นระนาบกล้องที่ 1 กับกิจกรรมพื้นฐาน



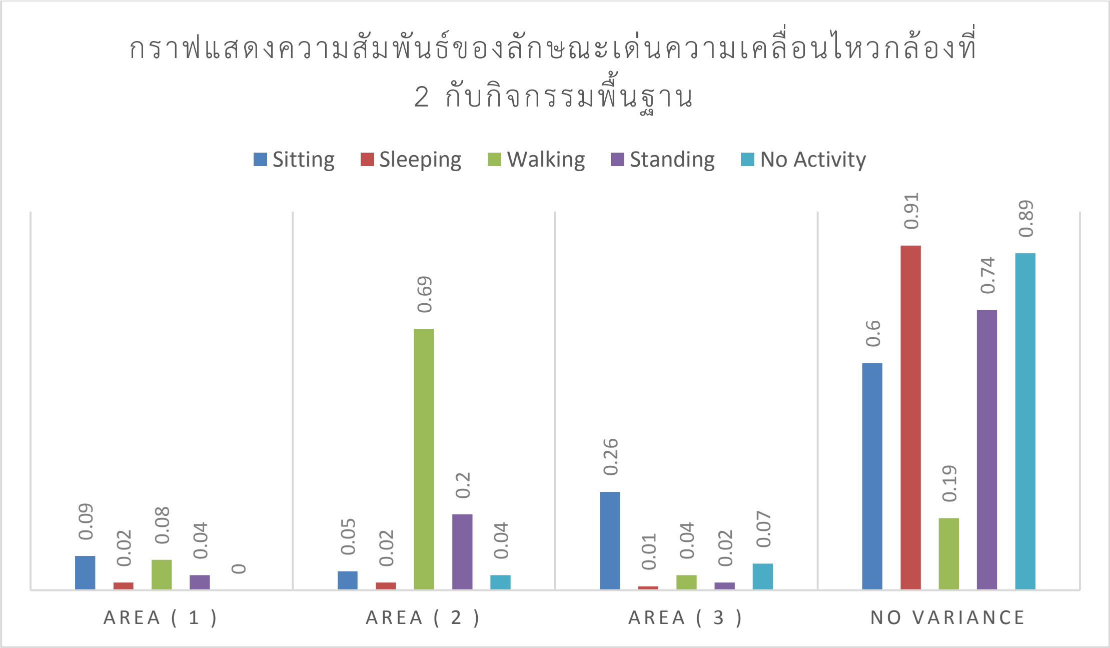
ภาพประกอบ ค-2 กราฟความสัมพันธ์ของลักษณะเด่นความเคลื่อนไหวกล้องที่ 1 กับกิจกรรมพื้นฐาน



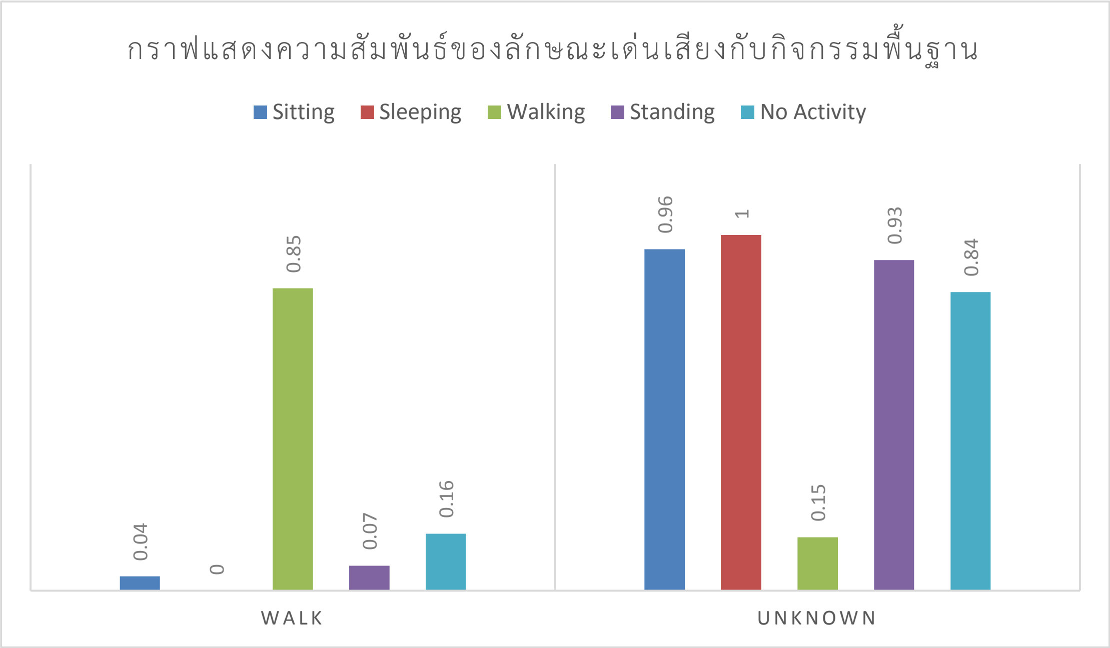
ภาพประกอบ ค-3 กราฟความสัมพันธ์ของลักษณะเด่นตำแหน่งกล้องที่ 2 กับกิจกรรมพื้นฐาน



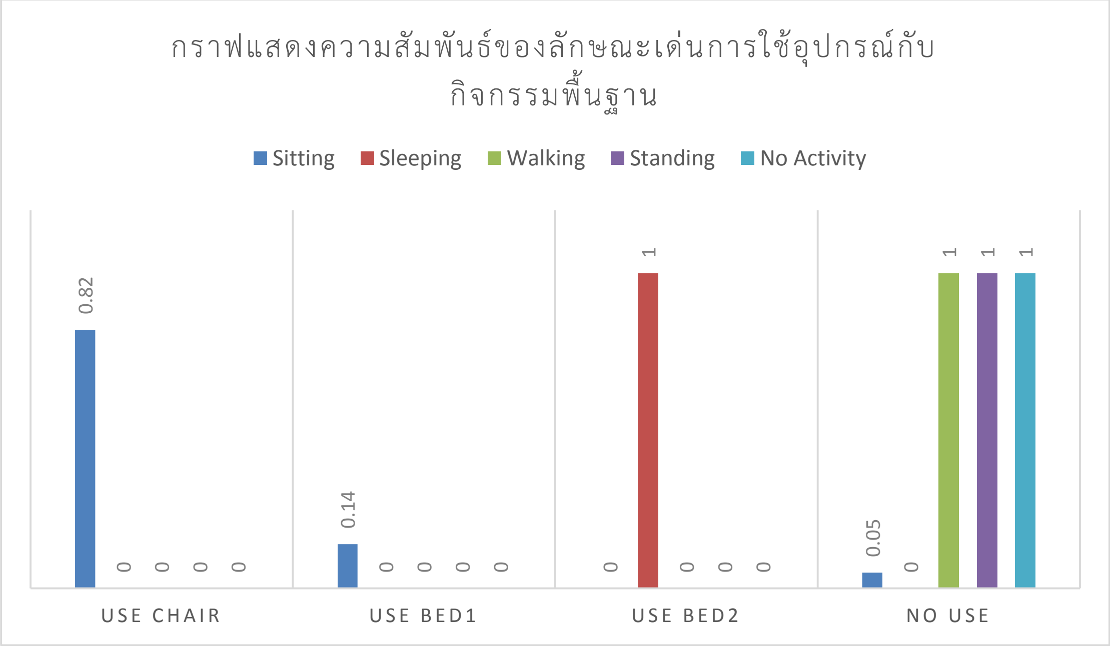
ภาพประกอบ ค-4 กราฟความสัมพันธ์ของลักษณะเด่นระนาบกล้องที่ 2 กับกิจกรรมพื้นฐาน



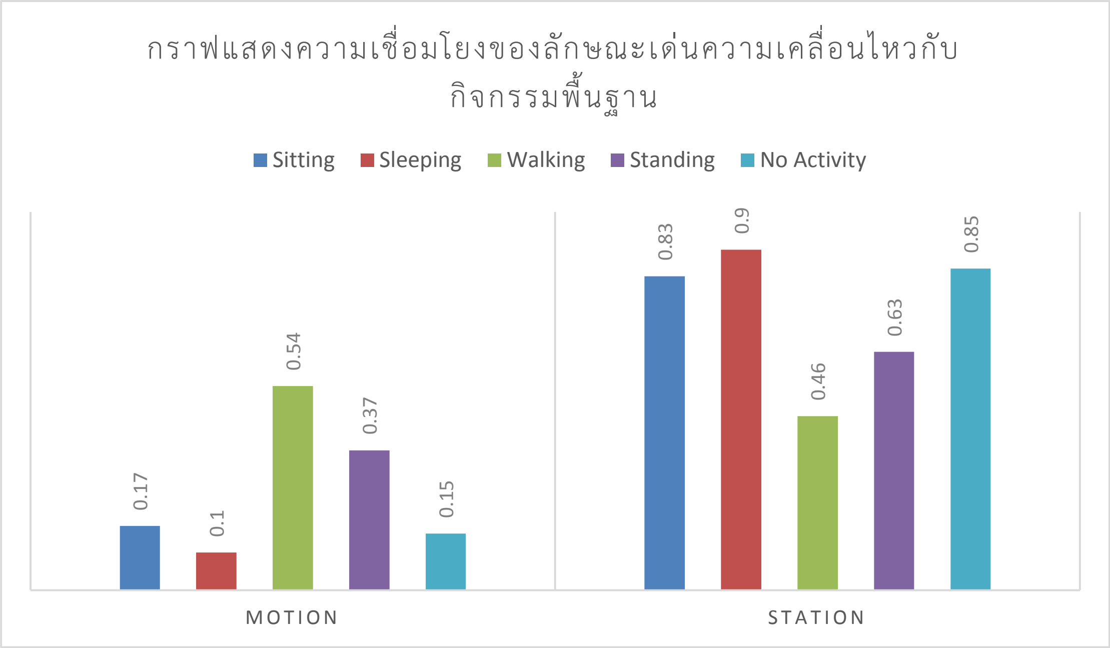
ภาพประกอบ ค-5 กราฟความสัมพันธ์ของลักษณะเด่นความเคลื่อนไหวกล้องที่ 2 กับกิจกรรมพื้นฐาน



ภาพประกอบ ค-6 กราฟความสัมพันธ์ของลักษณะเด่นเสียงกับกิจกรรมพื้นฐาน



ภาพประกอบ ค-7 กราฟความสัมพันธ์ของลักษณะเด่นการใช้อุปกรณ์กับกิจกรรมพื้นฐาน



ภาพประกอบ ค-8 กราฟความสัมพันธ์ของลักษณะเด่นความเคลื่อนไหวกับกิจกรรมพื้นฐาน

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ สกุล นายณัฐวุฒิ วิจิตร์

รหัสประจำตัวนักศึกษา 5410120071

วุฒิการศึกษา

วุฒิ	ชื่อสถาบัน	ปีที่สำเร็จการศึกษา
วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วิศวกรรมคอมพิวเตอร์)	มหาวิทยาลัยนเรศวร	2554

ทุนการศึกษา (ที่ได้รับในระหว่างการศึกษา)

1. ทุนโครงการพัฒนามหาวิทยาลัยวิจัยแห่งชาติ (National Research University: NRU)
2. ทุนอุดหนุนการวิจัยเพื่อวิทยานิพนธ์

การตีพิมพ์เผยแพร่ผลงาน

Nattawut Wichit and Anant Choksuriwong, “Multi-sensor Data Fusion Model Based Kalman Filter Using Fuzzy Logic for Human Activity Detection”, *International Journal of Information and Electronics Engineering* vol. 5, no. 6, pp. 450-453, 2015.