พื้นอัจฉริยะเพื่อผู้สูงอายุ

พิชชานันท์ สายเนตร

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
ปีการศึกษา 2562
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

SMART FLOOR FOR ELDERLY

PITCHANAN SAINATE

THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENTS

FOR THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE

MAJOR IN INFORMATION TECHNOLOGY

FACULTY OF SCIENCE

UBON RATCHATHANI UNIVERSITY

ACADEMIC YEAR 2019

COPYRIGHT OF UBON RATCHATHANI UNIVERSITY

ใบรับรองวิทยานิพนธ์

มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์

เรื่อง พื้นอัจฉริยะเพื่อผู้สูงอายุ

ผู้วิจัย นางสาวพิชชานันท์ สายเนตร

คณะกรรมการสอบ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.หทัยรัตน์ เกตุมณีชัยรัตน์	ประธานกรรมการ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชัชวิน นามมั่น	กรรมการ
ดร.สมปอง เวฬุวนาธร	กรรมการ

อาจารย์ที่ปรึกษา

.....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชัชวิน นามมั่น)

.....	.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชริดา ปุกหุต)	(รองศาสตราจารย์ ดร.อริยาภรณ์ พงษ์รัตน์)
คณบดีคณะวิทยาศาสตร์	รองอธิการบดีฝ่ายวิชาการ

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

ปีการศึกษา 2562

กิตติกรรมประกาศ

การทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง พื้นอัจฉริยะเพื่อผู้สูงอายุ เพื่อช่วยประยุกต์ใช้ในการดูแลผู้สูงอายุที่อาศัยอยู่ในบ้านเพียงลำพังและเพื่อแจ้งเตือนให้กับบุคคลใกล้ชิด ได้สามารถรับทราบความผิดปกติของสิ่งที่เกิดขึ้นภายในบ้านได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทำให้ผู้วิจัยได้รับความรู้ความเข้าใจและประสบการณ์ในการทำงานวิจัย อีกทั้งยังได้เรียนรู้เกี่ยวกับวิธีการแก้ไขปัญหาด้วยวิธีการต่าง ๆ ไม่ว่าจะด้วยตนเองหรือปรึกษาจากผู้รู้ ผู้ชำนาญ เพื่อให้งานวิจัยนี้ผ่านสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ผู้วิจัยขอขอบพระคุณบิดาและมารดาที่คอยช่วยเหลือให้คำปรึกษา และคอยให้กำลังใจในยามที่เจอกับอุปสรรคต่าง ๆ ในการทำงาน ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญในการทำงานวิจัยนี้ให้สำเร็จได้ด้วยดี

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชัชวิน นามมั่น อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ที่ได้ให้คำปรึกษา คำแนะนำ คำชี้แนะต่าง ๆ มากมาย เมื่อพบเจออุปสรรคในการทำงาน จนทำให้วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จ สมบูรณ์มากยิ่งขึ้น ขอขอบพระคุณ อาจารย์ในหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ รวมทั้งอาจารย์ภาควิชาคณิตศาสตร์ สถิติ และคอมพิวเตอร์ทุกท่าน ที่อบรมถ่ายทอดวิชาความรู้ ประสบการณ์ตลอดหลักสูตรของการศึกษาเล่าเรียน

ขอขอบพระคุณบิดา มารดา และเพื่อน ๆ ทุกคนที่ให้ความช่วยเหลือให้คำปรึกษาในการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้ด้วยดีตลอดมา คุณประโยชน์อันพึงมีจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบแด่บิดา มารดา ครูอาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่านที่ได้กล่าวนามในข้างต้น และบุคคลที่เกี่ยวข้องทุกท่านที่ยังไม่ได้กล่าวไว้ ณ ที่นี้

พิชชานันท์

พิชชานันท์ สายเนตร

ผู้วิจัย

บทคัดย่อ

เรื่อง : พื้นอัจฉริยะเพื่อผู้สูงอายุ
ผู้วิจัย : พิชชานันท์ สายเนตร
ชื่อปริญญา : วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา : เทคโนโลยีสารสนเทศ
อาจารย์ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชัชวิน นามมั่น
คำสำคัญ : พื้นอัจฉริยะ, เซนเซอร์, ผู้สูงอายุ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาต้นแบบพื้นอัจฉริยะสำหรับผู้สูงอายุที่สามารถตรวจจับและระบุตำแหน่งของผู้สูงอายุด้วยเซนเซอร์วัดน้ำหนักบนพื้นและแจ้งเตือนเมื่อเกิดเหตุการณ์ไม่ปกติบนพื้น โดยใช้ค่าน้ำหนักเฉลี่ยที่ได้จากเซนเซอร์ในแต่ละตำแหน่ง ซึ่งข้อมูลที่ได้จะใช้โหลดเซลล์ (Load Cell) เป็นอุปกรณ์ในการรับค่าน้ำหนักและใช้ไมโครคอนโทรเลอร์ Arduino ในการรับค่าและส่งข้อมูลผ่าน ESP8266 ไปยังฐานข้อมูลคลาวด์เซิร์ฟเวอร์ (Cloud Server) โดยประยุกต์ใช้เทคนิคเคเนียเรสเนเบอร์ (K-Nearest Neighbor) เพื่อหาตำแหน่งที่ใกล้ที่สุด โดยการจำแนกตำแหน่งตามบอร์ดทั้ง 4 บอร์ด และจำแนกคลาส (Class) ตามตำแหน่งเซนเซอร์ภายในบอร์ด ทั้งหมด 16 คลาส ซึ่งได้แบ่งการทดสอบออกเป็น 2 แบบ คือ 1) ชุดข้อมูลการเรียนรู้ 40 ชุดข้อมูล และข้อมูลทดสอบ 10 ชุดข้อมูล 2) ชุดข้อมูลการเรียนรู้ 30 ชุดข้อมูล และชุดข้อมูลทดสอบ 20 ชุดข้อมูล จากการทดสอบประสิทธิภาพโดยใช้ การทดสอบค่าความถูกต้องและค่าความแม่นยำ พบว่ามีค่าความถูกต้อง (Accuracy) เท่ากับ ร้อยละ 100 และค่าความแม่นยำ (Precision) เท่ากับ ร้อยละ 100 และการประเมินความผิดปกติบนพื้นสามารถระบุได้จากกราฟที่มีค่าน้ำหนักที่ผิดปกติเกินจริงระบบจะทำการแจ้งเตือนความผิดปกติด้วยเสียงเพื่อให้พื้นที่ใกล้เคียงทราบและมีการแจ้งเตือนไปยังเว็บแอพพลิเคชั่นสำหรับผู้ใช้งาน ดังนั้นสรุปได้ว่าระบบที่พัฒนาขึ้นสามารถนำไปเป็นอุปกรณ์ต้นแบบสำหรับการพัฒนาพื้นอัจฉริยะได้ ซึ่งพื้นสามารถระบุตำแหน่งและแจ้งเตือนสิ่งผิดปกติบนพื้นได้จากน้ำหนักที่ได้จากเซนเซอร์ในทุก ๆ ตำแหน่ง

ABSTRACT

TITLE : SMART FLOOR FOR ELDERLY
AUTHOR : PITCHANAN SAINATE
DEGREE : MASTER OF SCIENCE
MAJOR : INFORMATION TECHNOLOGY
ADVISOR : ASS. PROF. CHATCHAWIN NAMMAN, Ph.D.
KEYWORDS : SMART FLOOR, SENSOR, ELDERLY

This research aimed to develop a prototype of a smart floor for senior citizens. The smart floor uses sensor technology to measure weight on the floor to identify the location of the elderly citizen and to notify when irregular events have occurred on the floor by using the average weight from the sensors in each position. Load cell is used as a device to get the weight data. The microcontroller called Arduino software is primarily used to receive and send the data through ESP8266 to the cloud database by applying the K-Nearest Neighbor method in order to find the nearest position. Four boards and 16 classes were classified. The tests were divided into two types. 1) The first type consisted of 40 learning data sets, 10 test data sets. The second type consisted of 30 learning data sets and 20 test data sets. The experimental tests were conducted to identify the accuracy and precision. The findings found that both the accuracy and precision was at 100%. The assessment of abnormal weight on the floor were identified by graphs which obtained exaggerated weight values. The system releases sound alarms to nearby areas and displays notifications on the web application for users. Therefore, it can be concluded that the developed system can be used as a smart floor prototype for the elderly. The location and position of where unusual weight exists on the floor can be identified by using weight sensors located at every position.

สารบัญ

หน้า

กิตติกรรมประกาศ ก

บทคัดย่อภาษาไทย ข

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ค

สารบัญ ง

สารบัญตาราง ฉ

สารบัญภาพ ช

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 2

1.3 สมมติฐานการวิจัย 2

1.4 ขอบเขตของการวิจัย 2

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 2

1.6 วิธีดำเนินงานวิจัย 2

บทที่ 2 ทฤษฎีและเอกสารที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 4

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 13

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 ภาพรวมการทำงานของระบบ 15

3.2 ขั้นตอนการออกแบบฮาร์ดแวร์ 16

3.3 ขั้นตอนการออกแบบการส่งข้อมูล 18

3.4 การออกแบบการทำงานส่วนของระบบการส่งข้อมูล 19

3.5 ออกแบบการพัฒนาอุปกรณ์ที่สนับสนุนต่องานตามโครงร่าง 20

3.6 การเก็บรวบรวมข้อมูล 21

3.7 การประมวลผลข้อมูล 24

3.8 การออกแบบหน้าจอระบบ 28

3.9 การทดสอบประสิทธิภาพของระบบ 29

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 ผลการวิจัย

4.1 การรับ-ส่งข้อมูลระหว่างเซนเซอร์ไปยังไมโครคอนโทรเลอร์ 32

4.2 ผลการพัฒนาระบบและทดสอบระบบ 36

4.3 สรุปผลการดำเนินงาน 45

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย 46

5.2 ปัญหาและอุปสรรค 47

5.3 ข้อเสนอแนะ 47

เอกสารอ้างอิง **48**

ภาคผนวก

ก การออกแบบและพัฒนาพื้น 52

ข การทดลองใช้งานระบบ 55

ค ผลการทดสอบประสิทธิภาพของระบบ 58

ประวัติผู้วิจัย **65**

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	เปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงานของโหลดเซลล์แบบสเตรนเกจ	7
3.1	อธิบายการทำงานภาพรวมของระบบการส่งข้อมูล	19
3.2	การทำงานของอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย	20
4.1	ข้อมูลน้ำหนักจากชุดข้อมูลการเรียนรู้ทั้งหมด 40 ตำแหน่ง	39
4.2	ข้อมูลน้ำหนักจากชุดข้อมูลที่ใช้ในการทดสอบทั้งหมด 10 ตำแหน่ง	41
4.3	ข้อมูลน้ำหนักจากชุดข้อมูลการเรียนรู้ทั้งหมด 30 ตำแหน่ง	42
4.4	ข้อมูลน้ำหนักจากชุดข้อมูลการทดสอบทั้งหมด 20 ตำแหน่ง	43

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2.1	บ้านอัจฉริยะ	4
2.2	การประยุกต์ใช้งานเทคโนโลยี IOT	5
2.3	ลักษณะและหลักการทำงานของโหลดเซลล์แบบสเตรนเกจ	6
2.4	วงจร Wheatstone Bridge ชนิด Quarter Bridge สำหรับ Strain Gauge	8
2.5	ลักษณะลำโพง (Buzzer)	9
2.6	หลักการทำงานของคลาวด์เซิร์ฟเวอร์ (Cloud Server)	9
2.7	การทำงานของเว็บแอพพลิเคชั่นและอุปกรณ์ร่วมกับ Firebase	10
2.8	เคเนียเรสเนเบอร์	11
3.1	การทำงานของภาพรวมทั้งระบบ	15
3.2	ลักษณะการวางตำแหน่งของเซนเซอร์	16
3.3	ขั้นตอนการทำงานของระบบ	17
3.4	ขั้นตอนการส่งข้อมูลจากโหลดเซลล์ไปยังจอแสดงผล	18
3.5	ตำแหน่งวัตถุสำหรับการเรียนรู้ 40 ตำแหน่งสำหรับจำแนกบอร์ด	21
3.6	ตำแหน่งวัตถุสำหรับการเรียนรู้ 40 ตำแหน่งในการกำหนดคลาส (Class)	22
3.7	ตำแหน่งวัตถุสำหรับการทดสอบ 10 ตำแหน่ง	22
3.8	ตำแหน่งวัตถุสำหรับการเรียนรู้ 30 ตำแหน่งสำหรับจำแนกบอร์ด	23
3.9	ตำแหน่งวัตถุสำหรับการเรียนรู้ 30 ตำแหน่งในการกำหนดคลาส (Class)	23
3.10	ตำแหน่งวัตถุสำหรับการทดสอบ 20 ตำแหน่ง	24
3.11	การแบ่งชุดข้อมูลในการเรียนรู้และทดสอบ 40:10	25
3.12	การแบ่งชุดข้อมูลในการเรียนรู้และทดสอบ 30:20	25
3.13	โค้ดน้ำหนักที่ได้จากเซนเซอร์ จากชุดข้อมูล 40 ตำแหน่ง	26
3.14	โค้ดน้ำหนักที่ได้จากเซนเซอร์ จากชุดข้อมูล 30 ตำแหน่ง	26
3.15	โค้ดการกำหนดคลาส (Class)	26
3.16	โค้ดการกำหนดบอร์ดทั้งหมด 4 บอร์ด	27
3.17	ผลการจำแนกคลาส (Class) จากชุดข้อมูลทดสอบ	28
3.18	ออกแบบหน้าจอหลักของระบบ	28
4.1	ชุดข้อมูลที่ได้จากเซนเซอร์ทุกตำแหน่ง	32
4.2	ค่าน้ำหนักที่ได้จากเซนเซอร์ 5 ตำแหน่ง จำนวน 4 บอร์ด	33

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
4.3	โค้ดการตรวจสอบการเชื่อมต่อกับฐานข้อมูล	34
4.4	โค้ดการส่งค่าเป็น SET คือชุดข้อมูลของเซนเซอร์ในแต่ละ ID	34
4.5	การออกแบบฐานข้อมูลบน Firebase	34
4.6	การจัดเก็บข้อมูลใน Firebase	35
4.7	หน้าหลักของระบบ	36
4.8	หน้าจอสำหรับดูข้อมูลความเปลี่ยนแปลงแบบ Real Time ชนิดกราฟ	36
4.9	ผลค่านำหนักที่ได้จากเซนเซอร์เมื่อได้รับแรงกด	37
4.10	ตำแหน่งของวัตถุที่เซนเซอร์ได้รับค่าน้ำหนักจากแรงกด	37
4.11	ผลการทดสอบระบบที่เกิดความผิดพลาดจากค่าน้ำหนักที่สูง	38

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

เมื่อประเทศใดมีประชากร อายุ 60 ปีขึ้นไป เกินร้อยละ 10 หรืออายุ 65 ปีขึ้นไป เกินร้อยละ 7 ของประชากรทั้งหมด ถือว่าประเทศนั้นได้ก้าวเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุ (Aging Society) และจะเป็นสังคมผู้สูงอายุโดยสมบูรณ์ (Aged Society) เมื่อสัดส่วนดังกล่าว เพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 20 [1] ปัจจุบันประเทศไทยกำลังอยู่ในช่วงการเปลี่ยนผ่านเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุโดยสมบูรณ์ (Aged Society) โดยจากข้อมูลของ United Nations World Population Ageing พบว่า หลังจากปี 2552 ประชากรที่อยู่ในวัยพึ่งพิงได้แก่ เด็กและผู้สูงอายุ จะมีจำนวนมากกว่าประชากรในวัยแรงงาน และในปี 2560 จะเป็นครั้งแรกในประวัติศาสตร์ที่ประชากรเด็กน้อยกว่าผู้สูงอายุ สถานการณ์นี้เป็นผลมาจากการลดภาวะเจริญพันธ์อย่างรวดเร็ว และการลดลงอย่างต่อเนื่องของระดับการตายของประชากร ทำให้จำนวนและสัดส่วนประชากรสูงอายุของไทย เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว จากข้อมูลประชากรของประเทศไทยปี 2556 ประชากรไทยมีจำนวน 64.6 ล้านคน เป็นผู้สูงอายุมากถึง 9.6 ล้านคน คาดว่าในปี 2573 จะมีจำนวนผู้สูงอายุ 17.6 ล้านคน (ร้อยละ 26.3) และปี 2583 จะมีจำนวนถึง 20.5 ล้านคน (ร้อยละ 32.1) ผู้สูงอายุสามารถใช้ชีวิต หรือทำกิจกรรมทั้งในบ้าน และนอกบ้านได้ตามปกติ แต่มีความเสี่ยงที่จะเกิดปัญหาทางด้านสุขภาวะในอนาคต หากไม่ป้องกันและดำเนินชีวิตให้ถูกต้อง ปัญหาการล้มของผู้สูงอายุเป็นหนึ่งสาเหตุที่ทำให้เกิดการสูญเสียได้ง่าย ซึ่งปัญหาการล้ม อาจเกิดจากสาเหตุการป่วยแล้วเกิดอุบัติเหตุลื่นล้ม สะดุดล้ม โดยกลุ่มคนดังกล่าวมีความเสี่ยงที่จะเกิดการเป็นอัมพาตได้สูงกว่ากลุ่มวัยอื่น ๆ อุบัติเหตุเกี่ยวกับการล้มมักจะเกิดในบริเวณที่ผู้สูงอายุอยู่เพียงคนเดียว ซึ่งแม้ว่าจะมีผู้ที่คอยดูแลอย่างใกล้ชิดตลอดเวลาแต่ไม่สามารถได้รับการช่วยเหลือได้ทันที

ในปัจจุบันได้มีนวัตกรรมต่าง ๆ ที่คิดค้นเพื่อเข้ามาช่วยสร้างความปลอดภัยในระดับหนึ่งแต่ยังไม่มีระบบการแจ้งเตือนได้ จึงมีแนวคิดในการนำเอาเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งที่สิ่งของสามารถสื่อสารและเชื่อมต่อกันได้ผ่านโพรโทคอลสื่อสารทั้งแบบมีสายและไร้สาย มาทำงานร่วมกับการตรวจจับการล้มบนพื้นและการระบุตำแหน่งที่อยู่ของผู้สูงอายุผ่านพื้น เพื่อช่วยเหลือและสนับสนุนการใช้ชีวิตประจำวันของผู้สูงอายุ โดยพัฒนารูปแบบการทำงานร่วมกันของอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งโดยมุ่งเน้นไปในเรื่องกิจกรรมในการใช้ชีวิตประจำวันของผู้สูงอายุภายในบ้านที่มีพื้นสำหรับรองรับการทำกิจกรรมต่าง ๆ ของผู้สูงอายุ ซึ่งพื้นอัจฉริยะจะสามารถเข้ามาช่วยลดความเสี่ยงที่อาจจะเกิดขึ้นกับผู้สูงอายุในการทำกิจกรรมต่าง ๆ เพียงลำพังและยังปลอดภัยมากยิ่งขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อพัฒนาต้นแบบพื้นอัจฉริยะสำหรับผู้สูงอายุที่สามารถตรวจจับและระบุตำแหน่งของผู้สูงอายุด้วยเซนเซอร์วัดน้ำหนักบนพื้น

1.2.2 เพื่อพัฒนาระบบติดตามแจ้งเตือน ผู้สูงอายุเมื่อเกิดเหตุการณ์ไม่ปกติบนพื้น

1.2.3 เพื่อศึกษาประสิทธิภาพความแม่นยำในการแจ้งเตือนการผิดปกติของน้ำหนักบนพื้นโดยเปรียบเทียบจากลักษณะการเดิน ค่าน้ำหนักเฉลี่ยที่ได้จากเซนเซอร์ในแต่ละตำแหน่ง

1.3 สมมติฐานการวิจัย

ระบบสามารถระบุตำแหน่งของผู้สูงอายุที่อยู่บนพื้นและทำการแจ้งเตือนเมื่อเกิดสิ่งผิดปกติได้อย่างถูกต้อง โดยมีค่าความถูกต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 70

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

1.4.1 พื้นอัจฉริยะที่พัฒนาขึ้นมีความสามาถในการระบุตำแหน่งและตรวจจับสิ่งผิดปกติที่เกิดบนพื้นได้

1.4.2 การทดสอบระบบใช้พื้นที่พัฒนาขึ้นจำนวน 4 แผ่น เพื่อทดสอบระยะห่างในการกระจายตัวของน้ำหนัก

1.4.3 ในการแจ้งเตือนความผิดปกติที่เกิดขึ้นจะใช้การเปรียบเทียบจากค่าน้ำหนักเฉลี่ยที่ได้จากเซนเซอร์ในแต่ละตำแหน่ง

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการดูและผู้สูงอายุที่อาศัยอยู่ในบ้านเพียงลำพังได้ และเพื่อแจ้งเตือนให้กับบุคลใกล้ชิด ได้สามารถรับทราบความผิดปกติของสิ่งที่เกิดขึ้นภายในบ้านได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1.6 วิธีดำเนินงานวิจัย

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และได้ดำเนินการวิจัยตามขั้นตอนวิธีการวิจัยดังนี้

1.6.1 ศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูลเบื้องต้นและทบทวนเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1.6.2 ศึกษาความเป็นไปได้ในการสร้างและออกแบบอุปกรณ์

1.6.3 ออกแบบอุปกรณ์และระบบ

1.6.4 ดำเนินการสร้างพื้นอัจฉริยะโดยการจัดซื้อวัสดุและอุปกรณ์ นำมาประกอบ ทดลองตามขั้นตอน ทดสอบการใช้ ปรับปรุงแก้ไขจนกว่าใช้งานได้จริง

1.6.5 ทดลองการใช้งาน พร้อมทั้งศึกษาและวิเคราะห์การเก็บข้อมูลศึกษาประสิทธิภาพและประสิทธิผลการใช้งานของพื้นอัจฉริยะ

บทที่ 2
ทฤษฎีและเอกสารที่เกี่ยวข้อง

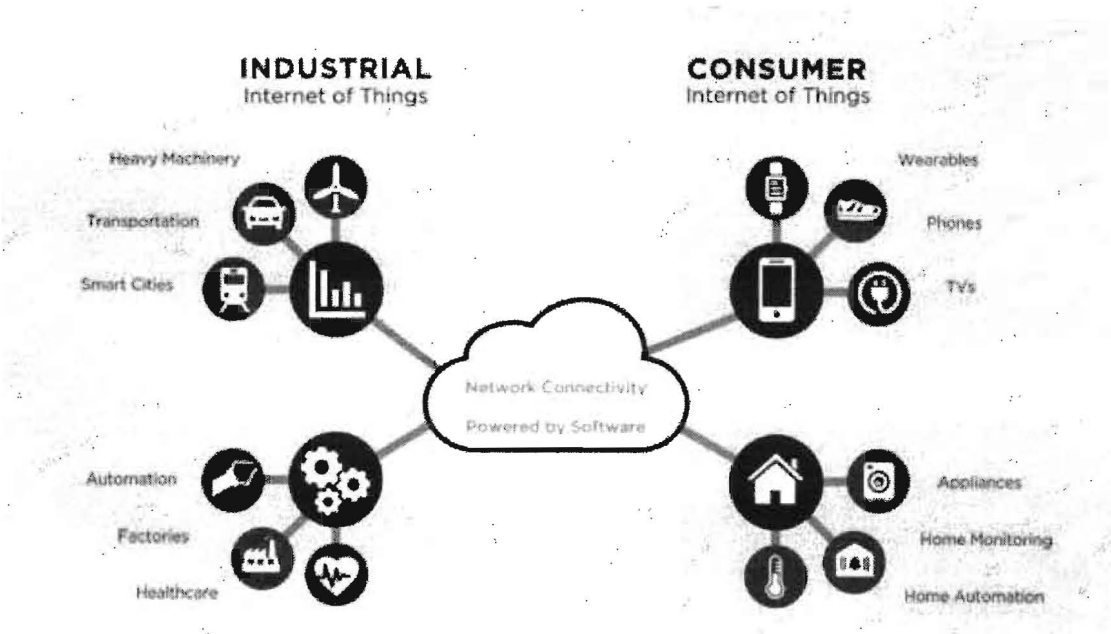
ในบทนี้จะกล่าวถึงทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในการพัฒนาอุปกรณ์อัจฉริยะที่มีวิธีการจัดทำอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ต้องใช้เซนเซอร์และการนำเอาเทคโนโลยีอินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่ง มาประยุกต์ใช้งานในการระบุตำแหน่งด้วยเซนเซอร์ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1.1 บ้านอัจฉริยะ (Smart Home) [2] คือการใช้เทคโนโลยีมาควบคุมอุปกรณ์ต่าง ๆ ภายในบ้าน เพื่ออำนวยความสะดวกและความปลอดภัยแก่ผู้อยู่อาศัยส่วนใหญ่จะควบคุมด้วยระบบคอมพิวเตอร์และส่งข้อมูลผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ต เพื่อแจ้งเตือนเจ้าของบ้านหรือผู้ที่ใช้งานให้ทราบถึงความเป็นไปต่าง ๆ ภายในบ้าน ในอดีต บ้าน อัจฉริยะ หรือระบบ Smart Home มีราคาสูง ส่วนใหญ่ต้องนำเข้าจากต่างประเทศ การติดตั้งระบบและการใช้งานยุ่งยาก ซับซ้อน รวมถึงบางฟังก์ชันการใช้งานก็ไม่เหมาะกับคนไทย

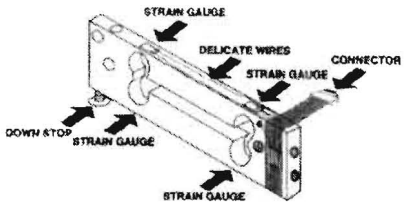
ภาพที่ 2.1 บ้านอัจฉริยะ [2]

2.1.2 Internet of Things (IoT) [3] หมายถึง โครงข่ายสื่อสารที่มีการเชื่อมต่ออุปกรณ์สื่อสาร เครื่องใช้ไฟฟ้า ยานพาหนะ อาคารสิ่งก่อสร้าง หรือวัตถุอื่น โดยอาศัยการฝังระบบอิเล็กทรอนิกส์ ซอฟต์แวร์อุปกรณ์เซนเซอร์และส่วนเชื่อมต่อโครงข่าย ที่จะช่วยให้อุปกรณ์และวัตถุดังกล่าวสามารถเก็บหรือแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างกันได้ (ITU, 2012) ในการประยุกต์ใช้งาน คำว่า "Things" ใน Internet of Things นั้นสามารถมีความหมายครอบคลุมกว้างขวางตั้งแต่อุปกรณ์สื่อสารหลากหลายชนิดเครื่องใช้ไฟฟ้า เช่น พัดลม ตู้เย็น เครื่องปรับอากาศ หม้อหุงข้าวไปจนถึงระบบอากาศยาน แผงโซล่าเซลล์วาล์วจ่ายน้ำ และแผงวงจรขนาดเล็กที่ฝังลงในปศุสัตว์ ฯลฯ การประยุกต์ใช้งานเทคโนโลยี IoT ในช่วงแรกจะเป็นการพัฒนาต่อยอดระบบที่ทำงานเป็นอิสระ (Stand Alone) ไม่เชื่อมกับระบบอื่น หรือเป็นระบบโครงข่ายภายในที่ไม่ต่อเชื่อมกับระบบอินเทอร์เน็ต ผู้เชี่ยวชาญเรียกระบบเหล่านี้ว่า Intranet of Things อย่างไรก็ตาม การพัฒนาเทคโนโลยีโครงข่ายในรูปแบบใหม่ส่งผลให้ระบบวัตถุและอุปกรณ์ทั้งหลายที่เคยทำงานแยกกันสามารถเชื่อมต่อถึงกัน สื่อสารกัน และสร้างช่องทางให้มนุษย์สามารถเข้าถึง ควบคุม เก็บข้อมูล และใช้งานได้โดยรูปแบบการสื่อสารของแนวคิด IoT นั้น เป็นผลของการพัฒนาต่อยอดระบบอินเทอร์เน็ตที่มีอยู่การเปลี่ยนแปลงดังกล่าวจะเอื้อให้เกิดการประยุกต์ใช้งานในรูปแบบใหม่ในประเทศไทย เช่น อุตสาหกรรมและการผลิต การเกษตรอัจฉริยะ (Smart Farming) ระบบคมนาคมและการจัดการโลจิสติกส์ ระบบข้อมูลสุขภาพและการแพทย์ เป็นต้น



ภาพที่ 2.2 การประยุกต์ใช้งานเทคโนโลยี IOT [3]

2.1.3 โหลดเซลล์ (Load Cell) [4] คืออุปกรณ์ที่ใช้ในการเปลี่ยนจากแรงหรือน้ำหนักที่กระทำต่อตัวโหลดเซลล์เป็นสัญญาณทางไฟฟ้า ซึ่งสามารถนำสัญญาณทางไฟฟ้านี้ไปจ่ายเข้าจอแสดงผล เพื่อแสดงค่าเป็นน้ำหนักหรือแรงที่กระทำให้เห็นได้ โหลดเซลล์ทำมาจาก Strain Gauge ที่จัดเรียงวงจรในรูปแบบวงจรวิจสโตนบริดจ์ (Wheatstone Bridge) ซึ่งสามารถแปลงค่าแรงกด หรือแรงดึง ให้เป็นสัญญาณไฟฟ้าได้ โหลดเซลล์มีหลากหลายประเภท ซึ่งแต่ละประเภทมีการออกแบบสำหรับการใช้งานที่แตกต่างกันออกไป ได้แก่ การชั่งน้ำหนัก การทดสอบแรงกดของชิ้นงาน การทดสอบความแข็งแรงของชิ้นงาน การทดสอบการเข้ารูปชิ้นงาน (Press Fit) ใช้สำหรับงานทางด้านวัสดุ โลหะ ทดสอบโลหะ วิศวกรรมโยธา ทดสอบคอนกรีต ทดสอบไม้ ฯลฯ ในงานวิจัยได้ใช้โหลดเซลล์แบบสเตรนเกจ (Strain Gauge Load Cell) ซึ่งหลักการของโหลดเซลล์ประเภทนี้ก็คือ เมื่อมีน้ำหนักมากระทำ ความเครียด (Strain) จะเปลี่ยนเป็นความต้านทานทางไฟฟ้าในสัดส่วนโดยตรงกับแรงที่มากระทำ ปกติแล้วมักจะใช้เกจวัดความเครียด 4 ตัว (วงจร Wheatstone Bridge Circuit) ในการวัดโดยเกจตัวต้านทานทั้งสี่จะเชื่อมต่อเข้าด้วยกันเพื่อใช้แปลงแรงที่กระทำกับตัวของมันไม่ว่าจะเป็นแรงกดหรือแรงดึงส่ง สัญญาณออกมาเป็นแรงดันไฟฟ้า โดยที่แรงดันไฟฟ้าที่ได้จะมีหน่วยเป็น mV/V หมายความว่า ถ้าจ่ายแรงดัน 10 V ให้กับ Load Cell ที่มี Spec. 2 mV/V ที่ Full load สมมุติว่าน้ำหนักเป็น 2,000 กิโลกรัม เมื่อมีแรงกระทำต่อ Load Cell ที่น้ำหนัก Full load สัญญาณที่จะได้ก็จะได้เท่ากับ 20 mV ซึ่งก็พอจะแจงคร่าว ๆ คือ 0 Kg = 0 mV 1000 Kg = 10 mV

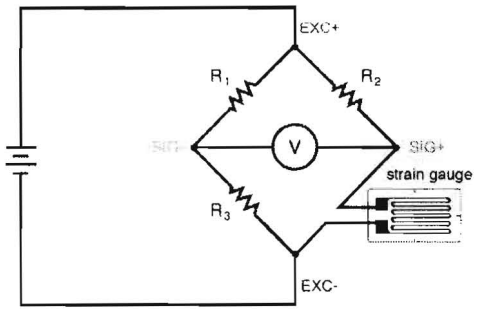


ภาพที่ 2.3 ลักษณะและหลักการทำงานของโหลดเซลล์แบบสเตรนเกจ [4]

ตารางที่ 2.1 เปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงานของโหลดเซลล์แบบสเตรนเกจ [4]

ประเภทโหลดเซลล์	ความจุน้ำหนัก	ความเที่ยงตรง (FS)	การใช้งาน	ข้อดี	ข้อเสีย
Bending Beam	25 – 500 กิโลกรัม	0.02%	เครื่องชั่งน้ำหนักแบบแพลตฟอร์ม, เครื่องชั่งน้ำหนักถัง	ค่าใช้จ่ายต่ำ, ติดตั้งง่าย	ต้องมีการ์ดในการติดตั้งเพื่อป้องกันตัว Load Cell เสียหาย
Canister	0.2 – 20 ตัน	0.05%	ชั่งรถบรรทุก, เครื่องชั่งน้ำหนักถัง	สามารถใช้กับงานที่มีการเคลื่อนไหวได้	ใช้งานติดตั้งแบบแนวนอนไม่ได้
Pancake	0.5 – 500 ตัน	0.05%	เครื่องชั่งถัง, เครื่องชั่งน้ำหนัก	ทำจากสแตนเลส	ไม่เหมาะสำหรับหน้างานที่มีการเคลื่อนไหว
S-beam	2 – 5000 กิโลกรัม	0.03 %	เครื่องชั่งน้ำหนักถัง	ราคาไม่แพง, ใช้ได้ทั้งวัดแรงกดและแรงดึง	มีย่านในการวัดไม่สูงมาก
Shear Beam	0.25 – 10 ตัน	0.03%	เครื่องชั่งน้ำหนักแบบแพลตฟอร์ม, เครื่องชั่งน้ำหนักถัง	มีช่วงในการวัดที่สูง, มีซีลป้องกันที่ดีกว่า	ไม่เหมาะกับงานที่มีน้ำหนักมาก
Single Point	2 – 800 กิโลกรัม	0.03%	สำหรับงานชั่งน้ำหนักน้อย ๆ, เครื่องชั่งน้ำหนักสำหรับนับจำนวน	มีย่านในการวัดที่น้ำหนักน้อย ๆ	บอบบางและอาจเสียหายได้ถ้าถูกน้ำหนักกระแทกแรง ๆ
Double End Shear Beam	10 – 50 ตัน	0.02%	สำหรับใช้งานที่ต้องการชั่งน้ำหนักมาก ๆ เช่น ชั่งรถบรรทุก ชั่งถังไซโลขนาดใหญ่ในอุตสาหกรรม	มีย่านในการวัดครอบคลุมน้ำหนักมาก ๆ	ขนาดใหญ่ติดตั้งยากราคาค่อนข้างสูง

2.1.4 โมดูลขยายสัญญาณ [5] คือโมดูลที่ใช้ควบคู่กับโหลดเซลล์ (Load Cell) HX711 Weight Sensor Amplifier เป็นโมดูลขยายสัญญาณจากโหลดเซลล์ (Load Cell) และส่งค่าให้ Arduino ในรูปแบบ Digital 24 Bits ถูกนำมาใช้เพื่อให้ได้ข้อมูลที่วัดได้จากโหลดเซลล์ (Load Cell) และวัดค่าความเครียด (Strain) โดยปกติสเตรนเกจจะถูกต่ออยู่ด้วยกันในลักษณะของวงจร Wheatstone Bridge



ภาพที่ 2.4 วงจร Wheatstone Bridge ชนิด Quarter Bridge สำหรับ Strain Gauge [5]

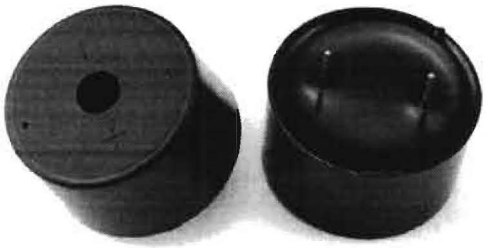
จากวงจร Wheatstone Bridge จะเห็นได้ว่าผู้ใช้จำเป็นต้องมีการกระตุ้นวงจร (Excitation+ และ Excitation-) จากนั้นวงจรจะส่งเอาท์พุตออกมาในรูปของ Analog Voltage (Signal+ และ Signal-) เนื่องจากเอาท์พุตที่ได้มีค่าน้อยมากอยู่ในระดับมิลลิโวลท์ จึงจำเป็นต้องมีอุปกรณ์ขยายสัญญาณ (Amplifier) ซึ่งในที่นี้ HX711 จะทำหน้าที่กระตุ้นและขยายสัญญาณของเอาท์พุตให้ Arduino สามารถเข้าใจได้

2.1.5 ลำโพงบัซเซอร์ (Buzzer) [6] เป็นอุปกรณ์ที่ให้กำเนิดเสียงทำหน้าที่เปลี่ยนสัญญาณไฟฟ้าให้อยู่ในรูปสัญญาณเสียง ลำโพงบัซเซอร์ (Buzzer) มีอยู่ 2 ประเภท ได้แก่

2.1.5.1 แบบแอคทีฟ (Active Buzzer) ลำโพงชนิดนี้มีวงจรกำเนิดความถี่อยู่ภายในสามารถสร้าง สัญญาณเสียงเตือนได้ทันทีเพียงแค่จ่ายแรงดันไฟฟ้าเข้าไป

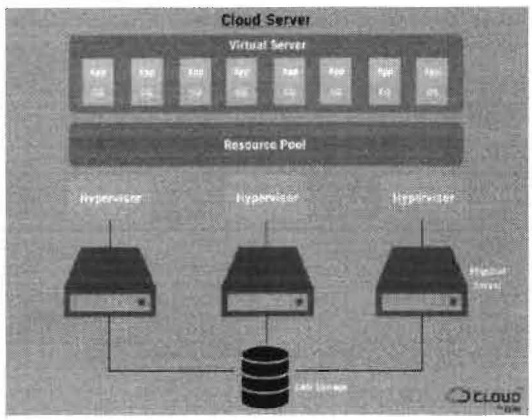
2.1.5.2 แบบพาสซีฟ (Passive Buzzer) ลำโพงชนิดนี้ทำงานเหมือนลำโพงขนาดเล็ก คือ ถ้าป้อน แรงดันไฟฟ้ากระแสตรงเข้าไปไม่มีเสียงถ้าต้องการให้มีสัญญาณเสียงต้องทำการป้อนสัญญาณความถี่ เข้าไป ลำโพงชนิดนี้สามารถกำเนิดเสียงที่มีความแตกต่างกันตามความถี่ที่ป้อนเข้ามา

ในงานวิจัยนี้นำมาแบบพาสซีฟ มาใช้ในการแจ้งเตือนด้วยเสียงเมื่อมีค่าน้ำหนักที่ผิดปกติจะทำให้เกิดเสียงแจ้งเตือนดังขึ้นมา โดยกำหนดเงื่อนไขให้มีเสียงแจ้งเตือนหากน้ำหนักผิดปกติ



ภาพที่ 2.5 ลักษณะลำโพง (Buzzer) [6]

2.1.6 คลาวด์เซิร์ฟเวอร์ (Cloud Server) [7] เป็นกลุ่มของ Physical Server หลาย ๆ ตัว ที่ช่วยกันทำงานให้มีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น ซึ่งคลาวด์เซิร์ฟเวอร์ (Cloud Server) จะให้บริการในรูปแบบ Virtual Server (เซิร์ฟเวอร์เสมือน)



ภาพที่ 2.6 หลักการทำงานของคลาวด์เซิร์ฟเวอร์ (Cloud Server) [7]

อธิบายจากภาพที่ 2.5 หลักการทำงานของคลาวด์เซิร์ฟเวอร์ (Cloud Server) เป็นลำดับดังนี้

(1) SAN storage เป็นที่ไว้สำหรับเก็บข้อมูลแก่ผู้ใช้งานทุกคน

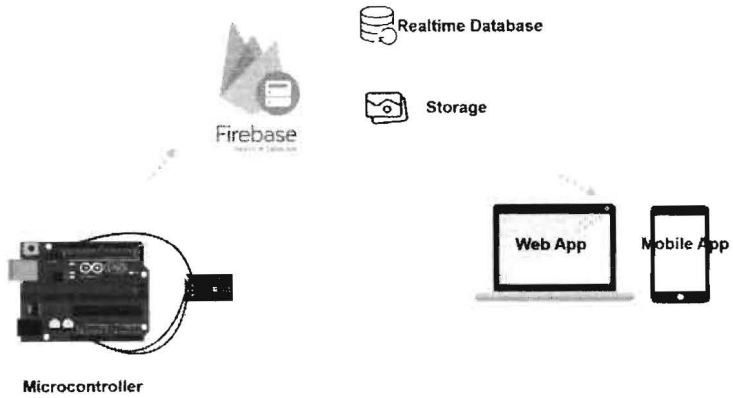
(2) Physical Server หลาย ๆ ตัวจะร่วมกันทำงาน หากตัวใดเสียไป ตัวอื่นก็สามารถทำงานทดแทนได้

(3) Hypervisor เป็น Software ชนิดหนึ่ง เช่น VMware, Hyper-V ที่ต้องลงไว้บน Physical Server แต่ละตัว ความสำคัญของ Hyervisor คือ เพื่อให้สามารถแบ่งเป็น Virtual Server ย่อย ๆ ได้

(4) Resource Pool จะประกอบไปด้วย CPU, RAM และ HDD ของทุกอุปกรณ์ (Physical Server, SAN storage) จะทำงานร่วมกัน เป็นที่มาของการที่ Cloud ช่วยกันทำงาน

(5) Virtual Server ก็คือ Server ที่ลูกค้านำไปใช้งาน ซึ่งสามารถใช้ได้หลากหลายรูปแบบตามแต่ Resouce ที่มี ซึ่ง App กับ OS ของแต่ละเครื่อง/แต่ละผู้ใช้งาน ก็สามารถเลือกใช้ได้ตามความต้องการของแต่ละคนเลย เสมือนเป็น Server อีกหนึ่งเครื่อง

2.1.7 Firebase [8] เป็นระบบ Hosting ที่มีระบบ backend แบบครบวงจร สามารถใช้งานได้ง่ายและใช้ได้ฟรี พัฒนาโดย Google ที่เพิ่มเครื่องมือใหม่ที่ช่วยให้พัฒนาแอพพลิเคชั่นได้รวดเร็วยิ่งขึ้น และสามารถปรับปรุงคุณภาพของแอพพลิเคชั่นให้มีคุณภาพและดึงดูดผู้ใช้งาน Firebase เน้นการทำ API ของเว็บแอพพลิเคชั่น และแอพพลิเคชั่นแบบ Realtime โดยที่ไม่ต้องเสียค่าใช้จ่าย



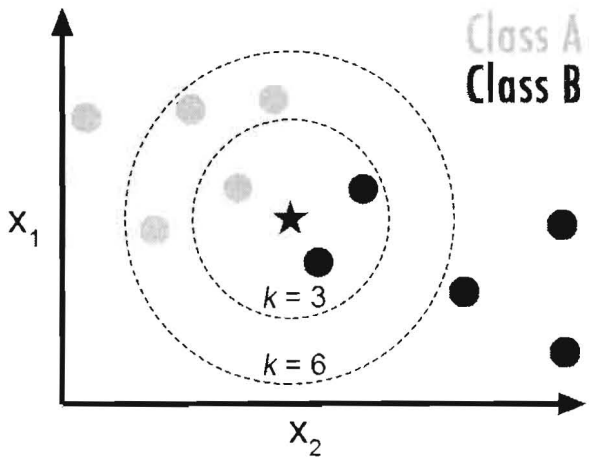
ภาพที่ 2.7 การทำงานของเว็บแอพพลิเคชั่นและอุปกรณ์ร่วมกับ Firebase

การใช้งานร่วมกันของ Firebase การเก็บข้อมูลพฤติกรรมการใช้งานของผู้ใช้งานบนแอพพลิเคชั่นแบบอัตโนมัติ ซึ่งสามารถนำไปเชื่อมต่อกับ Feature อื่น ๆ ใน Firebase ได้อย่างเช่นไปเชื่อมต่อกับ Crash Reporting, Remote Config และ Notifications คือ การเก็บข้อมูลอัตโนมัติจาก Firebase Notifications แล้วนำมาสรุปผลที่เกิดขึ้นจาก notification ที่ส่งไป เช่น ว่าผู้ใช้งานเลือกกดปุ่มไหน หรือเลือกใช้เส้นทางไหนมากกว่ากัน Firebase สามารถใช้ร่วมกันได้ทุก Platform เช่น Angular JavaScript, Node.js, iOS/OSX, Java/Android ,REST ซึ่งไม่ว่าจะเป็น iOS Developer, Android Developer หรือ Web Developer สามารถใช้ข้อมูลเดียวกันได้

2.1.8 การจำแนกประเภทและการทำนายข้อมูล (Classification and Prediction)

2.1.8.1 การเรียนรู้แบบเกียจคร้าน (Lazy learners) [9] เป็นโมเดลที่จะไม่ต้องทำการสร้างตัวจำแนกข้อมูลจากชุดข้อมูลเมื่อได้รับอินพุต แต่จะดำเนินการเพียงแค่เก็บข้อมูลเหล่านั้นไว้แล้วรอจนกระทั่งได้รับข้อมูลที่ต้องการจำแนก/ทำนายหมวดหมู่ของข้อมูล แล้วจึงเริ่มดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล โดยการดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลจะถูกดำเนินการทุก ๆ ครั้งที่ได้รับข้อมูลที่ต้องการจำแนกหมวดหมู่ข้อมูลเท่านั้น แต่เมื่อไรก็ตามที่ต้องทำการจำแนก/ทำนายหมวดหมู่ของข้อมูล การเรียนรู้แบบเกียจคร้านจะต้องทำการคำนวณเป็นจำนวนมาก โดยอัลกอริทึมที่มีการทำการ

แบบเกียจคร้านที่มีชื่อเสียงและเป็นที่ยอมรับจะมีอยู่ 2 โมเดล ซึ่งก็คือ ขั้นตอนวิธีการค้นหาเพื่อนบ้านใกล้สุด k ตัว (k-Nearest-Neighbor Classifiers) และการให้เหตุผลตามกรณี (Case-based reasoning classifiers) ในงานวิจัยนี้ได้นำขั้นตอนวิธีการค้นหาเพื่อนบ้านใกล้สุด k ตัว (k-Nearest-Neighbor Classifiers) มาใช้ในการจำแนกข้อมูล เป็นการเรียนรู้โดยการเปรียบเทียบกันระหว่างเรคคอร์ดของข้อมูลที่ต้องการจำแนก/ทำนายหมวดหมู่กับเรคคอร์ดทั้งหมดในชุดข้อมูลการเรียนรู้ที่มีลักษณะเหมือนกันหรือใกล้เคียงกันด้วยการพิจารณาข้อมูลแอทริบิวต่าง ๆ ข้อมูลที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงที่สุด K ตัว ตัวจากข้อมูลบนชุดข้อมูลตัวอย่างทำงานโดยขึ้นกับระยะทางน้อยสุดจากสมาชิกใหม่ หรือข้อมูลที่ป้อนถาม (input query instance) กับข้อมูลตัวอย่างการเรียนรู้ จะคำนวณหาเพื่อนบ้านที่ใกล้ที่สุด K ตัว หลังจากนั้นจะรวบรวมสมาชิกที่ใกล้เคียงที่สุด K ตัว แล้วเลือกคลาสที่สมาชิกส่วนใหญ่ที่ในกลุ่ม K ดังกล่าวสังกัดอยู่มากที่สุดให้กับสมาชิกใหม่ข้อมูลการจำแนกโดยใช้ข้อมูลข้างเคียง K ตัว ประกอบด้วยแอตทริบิวต์หลายตัวแปร X_i ซึ่งจะนำมาใช้ในการแบ่งกลุ่ม Y_i โดยระบุค่าตัวเลขจำนวนเต็มบวกให้กับ K ซึ่งค่านี้จะเป็นตัวบอกจำนวนของกรณี (Case) ที่จะต้องค้นหาในการทำกรณีใหม่ อัลกอริทึมแบบ K-NN ได้แก่ 1-NN, 2-NN, 3-NN, ... K-NN ตัวอย่าง 2-KNN หมายถึงอัลกอริทึมนี้จะค้นหา 2 กรณีที่มีลักษณะใกล้เคียงกับกรณีใหม่ (2 Nearest Cases) การนำระยะทางที่หาได้จากสมาชิกในข้อมูลตัวอย่างการเรียนรู้มาเรียงลำดับจากน้อยไปหามากแล้วเลือกสมาชิกที่มีระยะทางใกล้เคียงที่สุดออกมา K ตัว โดยใช้การวัดระยะทางแบบ Euclidean distance มีหลักการคือการวัดระยะทางระหว่าง 2 วัตถุ ถ้าวัตถุห่างกันมากแสดงว่าวัตถุนั้นมีความคล้ายคลึงกันน้อย ถ้ามีค่าน้อยแสดงว่ามีความคล้ายคลึงกันมาก



ภาพที่ 2.8 เคเนียเรสเนเบอร์ [9]

2.1.8.2 การวัดระยะทางแบบยูคลิด (Euclidean Distance) [10] ใช้วัดระยะทางแนวเส้นตรงระหว่างจุดสองจุดบนปริภูมิสองมิติ (2-Dimensional Space) โดยจุดทั้งสองจุดนั้นสามารถแทนได้ด้วยคู่อันดับ A = (xa, ya) และ A = (xb, yb) และค่าระยะทางแบบยูคลิดระหว่างจุด A และจุด B คำนวณได้ด้วยสมการ (2.1)

$$D = \sqrt{\sum_{i=1}^{n}(X_i - Y_i)^2} \quad (2.1)$$

ตัวอย่างการวัดระยะทางแบบยูคลิด

X = (0.5, 0, 0.15, 0.7, 10)

Y = (0.11, 0, 0.15, 0.07, 12.2)

$(X_i - Y_i)^2 = (0.5 - 0.11)^2 + (0 - 0)^2 + (0.15 - 0.15)^2 + (0.7 - 0.07)^2 + (10 - 12.2)^2$

$= 0.15 + 0 + 0 + 0.39 + 4.84$

$= 5.38$

การวัดระยะทางแบบยูคลิด $D = \sqrt{5.38} = 2.31$

2.1.9 การวัดประสิทธิภาพของระบบ

Confusion Matrix [11] คือการทดสอบประสิทธิภาพการจำแนกข้อมูล เป็นการเก็บข้อมูลที่เกี่ยวกับการแบ่งแยกข้อมูลจริง กับข้อมูลที่เกิดจากการทำนาย ด้วยระบบการแบ่งแยก ซึ่งมีตัววัดประสิทธิภาพ ดังนี้

(1) True Positive (TP) คือ สิ่งที่โปรแกรมทำนายว่าจริง และผลลัพธ์ที่ได้เป็นจริง

(2) True Negative (TN) คือ สิ่งที่โปรแกรมทำนายว่าไม่จริง และผลลัพธ์ที่ได้ไม่จริง

(3) False Positive (FP) คือ สิ่งที่โปรแกรมทำนายว่าจริง แต่ผลลัพธ์ที่ได้ไม่จริง

(4) False Negative (FN) คือ สิ่งที่โปรแกรมทำนายว่าไม่จริง แต่ผลลัพธ์ที่ได้เป็นจริง

2.1.9.1 ค่าความถูกต้อง (Accuracy) คือ ค่าที่บอกว่าโปรแกรมสามารถทำนายได้แม่นยำหรือไม่

$$\text{Accuracy} = \frac{TP+TN}{TP+TN+FP+FN} \quad (2.2)$$

2.1.9.2 ค่าความแม่นยำ (Precision) คือ ค่าที่บอกว่าโปรแกรมทำนายว่าจริงถูกต้องเท่าไร

$$\text{Precision} = \frac{TP}{TP+FP} \quad (2.3)$$

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เมธีนัทธ์ คำเพราะ (2557) [12] ได้พัฒนาระบบติดตามและแจ้งเตือนสำหรับบ้านอัจฉริยะโดยใช้เทคโนโลยีอินเตอร์เน็ตในทุกสิ่ง เนื่องจาก ข้อมูลทั้งหมดถูกเก็บไว้บนคลาวน์ ในกรณีที่ผู้ใช้ไม่อยู่บ้านแล้วมีสิ่งผิดปกติเกิดขึ้นระบบก็สามารถแจ้ง เตือนผู้ใช้งานและ ควบคุมอุปกรณ์ภายในบ้านได้ในทันที

Ricardo Goncalves and et al. (2018) [13] ได้พัฒนาทางเดินที่ใช้การนำทางด้วย RFID จากการทดลองสามารถประเมินค่าได้ ดังนี้ 1) ประเมินผลโดยการลดทอนแผ่นของกระเบื้องเซรามิค ผลปรากฏว่าระยะห่างการวางแท็ก RFID ใกล้กันมากเกินไปจะมีปัญหาในการส่งสัญญาณกลับมาที่เครื่อง RFID reader อาจไม่ถูกต้องแม่นยำเท่าที่ควร 2) อธิบายถึงอุปกรณ์ RFID ที่ใช้และเสนอชุดการทดสอบเพื่อประเมินความเป็นไปได้ ของแนวคิดในสภาพแวดล้อมจริง 3) พัฒนาทั้งการระบุตำแหน่งและอินเตอร์เฟสใหม่ทั้งหมด จากผลการทดลอง สามารถสรุปได้ว่าเมื่อพิจารณาความถี่และระดับพลังงานถือว่าการลดทอนของกระเบื้องไม่เป็นผลในการหาค่า ดังนั้นจึงไม่ต้องคำนึงถึงการลดทอนแผ่นกระเบื้อง

Lih-Jen Kau and et al. (2014) [14] ได้นำเสนอวิธีการตรวจจับการล้มโดยใช้เซ็นเซอร์มิเตอร์ความเร่งซึ่งใช้เทคนิคการกรองสัญญาณแบบ High-Pass Filtering และ Discrete Wavelet Transform (DWT) จากนั้นนำผลที่ได้จากการกรองสัญญาณมาประมวลด้วยอัลกอริทึม SUPPORT VECTOR MACHINE (SVM) ซึ่งผลที่ได้พบว่าให้ผลความถูกต้องอยู่ที่ร้อยละ 92 จากข้อมูลทั้งหมด 450 ข้อมูล

Ludovic Minvielle and et al. (2017) [17] ได้ทำการตรวจจับการกระทำโดยการรวมกันระหว่างเทคนิค Random Forest and an aggregation โดยการทดลองจากกลุ่มตัวอย่าง 28 คน อายุระหว่าง 25 - 45 ปี ในการหาค่าความถูกต้อง ซึ่งผลลัพธ์คือ ค่าความถูกต้องมากกว่าอัลกอริทึมอื่นมีค่าความถูกต้องเท่ากับ 98.4 มากกว่าอัลกอริทึมอื่น

Ben Heller, Terry Senior and Jon Wheat (2017) [18] ได้ทำการทดลองการรับค่าพลังงานจากแหล่งกำเนิดความสั่นสะเทือนต่าง ๆ โดยการทดลองใช้ลูกบาสเกตบอลตีกลับซ้ำ ๆ บนพื้นเพื่อให้เกิดแรงกระทบกับพื้น สรุปได้ว่า การทดลองทำให้ทราบการเก็บเกี่ยวพลังงานไฟฟ้าจากค่าความยืดหยุ่นของฝีเท้าในการเดินบนพื้นที่ใช้วัสดุแบบไตรโบอิเล็กทริกมีค่าตีกลับซ้ำ ๆ ที่พื้นแรงดันเอาต์พุตและกระแสไฟฟ้าเฉลี่ยอยู่ที่ 364 ± 43 V และ 9 ± 1 ซึ่งต่างจากฝีเท้าของมนุษย์ทั่วไปบนพื้นธรรมดาแรงดันไฟฟ้า 238 ± 17 V และกระแสไฟฟ้า 2.4 ± 0.3

Amman, Jordan Leicester (2013) [15] ได้นำเสนอวิธีการตรวจจับเพื่อระบุตัวตนและติดตามในที่ร่ม โดยการนำเอาเซนเซอร์มาติดกับพื้นเพื่อตรวจจับและวัดค่า GRF เพื่อเลือกสิ่งที่เหมาะสมตำแหน่งการวางและการกระจายตัวของเซนเซอร์ในตำแหน่งที่เหมาะสมและต้องคำนึงถึงประสิทธิภาพการทำงานของระบบ สรุปได้ว่าการระบุตัวตนจากเซนเซอร์ที่ใช้ในการทดลองการที่จะตรวจหาตำแหน่งและตัวบุคคลได้ควรมีข้อผิดพลาดได้ ไม่เกิน 11.76 เซนติเมตร ทั้งทางตรงและทางโค้ง และผลที่ได้คือ 1.5 เท่า ดีกว่าเป้าหมายที่ตั้งไว้

Angel Ramos and Antonio Lazaro [16] (2014) ได้นำเทคโนโลยี RFID มาใช้ในการระบุตำแหน่งบนพื้นเพื่อช่วยในการนำทางผู้พิการภายในอาคาร โดยการนำ แท๊ก RFID มาติดกระจายอยู่ทั่วบริเวณพื้นและจะมีอุปกรณ์สำหรับรับค่าเพื่อตรวจจับตำแหน่งบนพื้นที่ถูกต้องและแม่นยำซึ่งจากผลการทดลองการติดแท๊กใกล้กับพื้นผิว สามารถแจ้งเตือนสัญญาณที่ 2.4 GHz ซึ่งเป็นไปตามข้อกำหนดทั้งหมดสามารถใช้งานได้

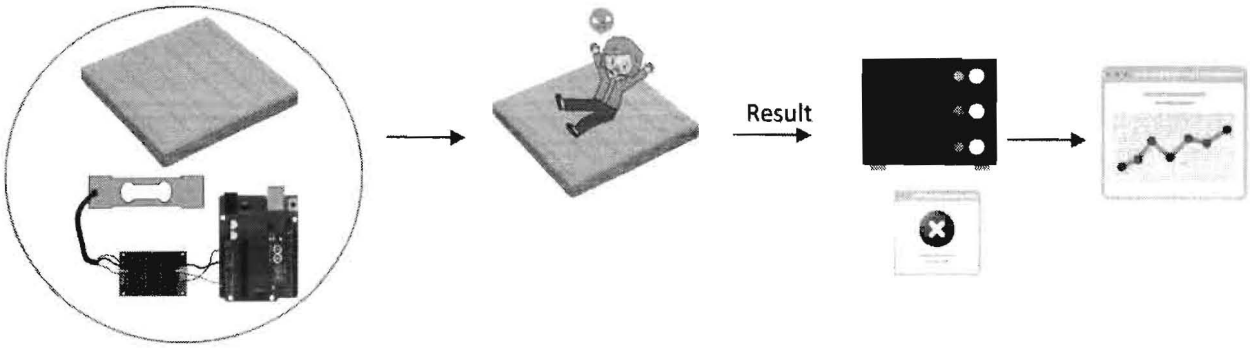
จากการศึกษางานวิจัยข้างต้น พบว่า ในการจัดทำอุปกรณ์ที่ต้องใช้เซนเซอร์ในการระบุตำแหน่งและตัวบุคคล จำเป็นต้องมีการกำหนดระยะห่าง ระหว่างเซนเซอร์แต่ละตัว เพื่อให้ได้ค่าที่ถูกต้องแม่นยำและการทดสอบรูปแบบการเดินของบุคคลแต่ละคนจะมีลักษณะการเดินที่ให้ค่าน้ำหนักแตกต่างกัน ดังนั้นในงานวิจัยพื้นอัจฉริยะเพื่อผู้สูงอายุ ทำให้ผู้วิจัยสามารถนำแนวคิดดังกล่าวมาประยุกต์ใช้ในการจัดการ การกำหนดตำแหน่งของเซนเซอร์บนพื้น เพื่อใช้ในการระบุตำแหน่ง และหาค่าน้ำหนักของการเดินในแต่ละครั้งจะสามารถทำให้ทราบความผิดปกติและสามารถนำมาใช้ในการแจ้งเตือนสิ่งที่ผิดปกติบนพื้นต่อไป

สำนักวิทยบริการ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

บทที่ 3
วิธีการดำเนินการวิจัย

ในบทนี้จะอธิบายเกี่ยวกับโครงสร้างและกระบวนการของการออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์ต้นแบบสำหรับจัดทำพื้นอัจฉริยะเพื่อผู้สูงอายุ ซึ่งประกอบไปด้วย การวิเคราะห์และออกแบบ ภาพรวมของระบบ การพัฒนาต้นระบบประกอบไปด้วยฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ และทดสอบการทำงานและประสิทธิภาพของระบบ โดยการเก็บรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ผลการวิจัย

3.1 ภาพรวมการทำงานของระบบ



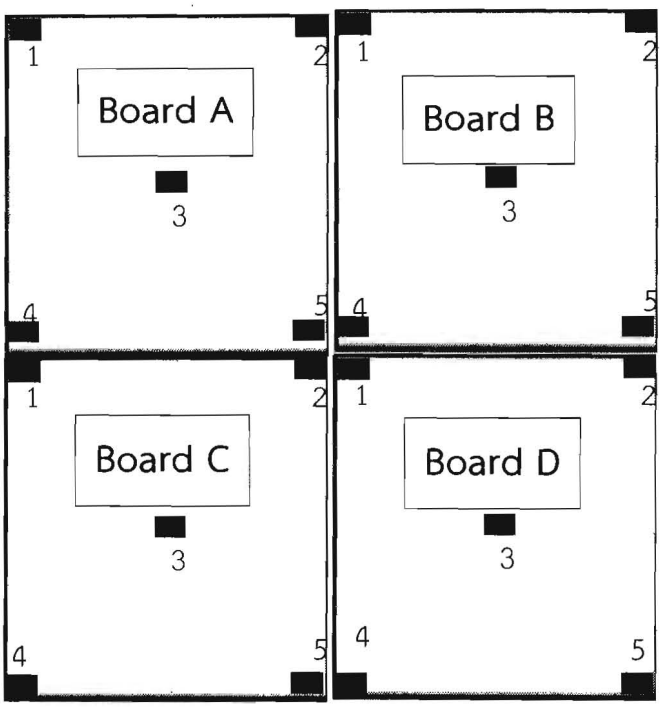
ภาพที่ 3.1 การทำงานของภาพรวมทั้งระบบ

จากภาพที่ 3.1 ภาพรวมของคือการออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์ต้นแบบสำหรับจัดทำพื้นอัจฉริยะเพื่อผู้สูงอายุ ซึ่งข้อมูลค่าน้ำหนักแต่ละส่วนจะถูกเก็บไว้ในฐานข้อมูล และนำข้อมูลน้ำหนักที่ได้จากเซนเซอร์มาใช้ในการประมวลผล ซึ่งค่าน้ำหนักที่ได้นำมาใช้ในการหาตำแหน่งของผู้สูงอายุที่อยู่บนพื้นโดยการนำเทคนิคเคเนียเรสเนเบอร์ (K-Nearest Neighbor) มาใช้ในการทำนายเพื่อระบุตำแหน่งของผู้สูงอายุบนพื้นได้ ในส่วนข้อมูลน้ำหนักจะเก็บจากเซนเซอร์ที่อยู่ภายในบอร์ด ทั้งหมด 4 บอร์ด ในแต่ละบอร์ดจะมีเซนเซอร์ติดอยู่ทั้งหมด 5 ตำแหน่ง รวมพื้นที่ในการทดสอบใช้เซนเซอร์ทั้งหมด 20 ตำแหน่ง ผู้วิจัยจะนำเอาข้อมูลน้ำหนักในบอร์ดทั้งหมด 4 บอร์ดมาวิเคราะห์ โดยการรับส่งข้อมูลผ่านคลาวด์เซิร์ฟเวอร์ (Cloud Server) โดยการนำข้อมูลที่ได้มาประมวลผลหาค่าน้ำหนักที่ผิดปกติ และระบบจะทำการแจ้งเตือนพร้อมทั้งแสดงผลผ่านเว็บแอปพลิเคชั่น (Web Application) โดยมีวัตถุประสงค์

เพื่อออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์ต้นแบบพื้นอัจฉริยะสำหรับผู้สูงอายุสำหรับใช้งานเมื่อต้องอาศัยอยู่เพียงลำพัง

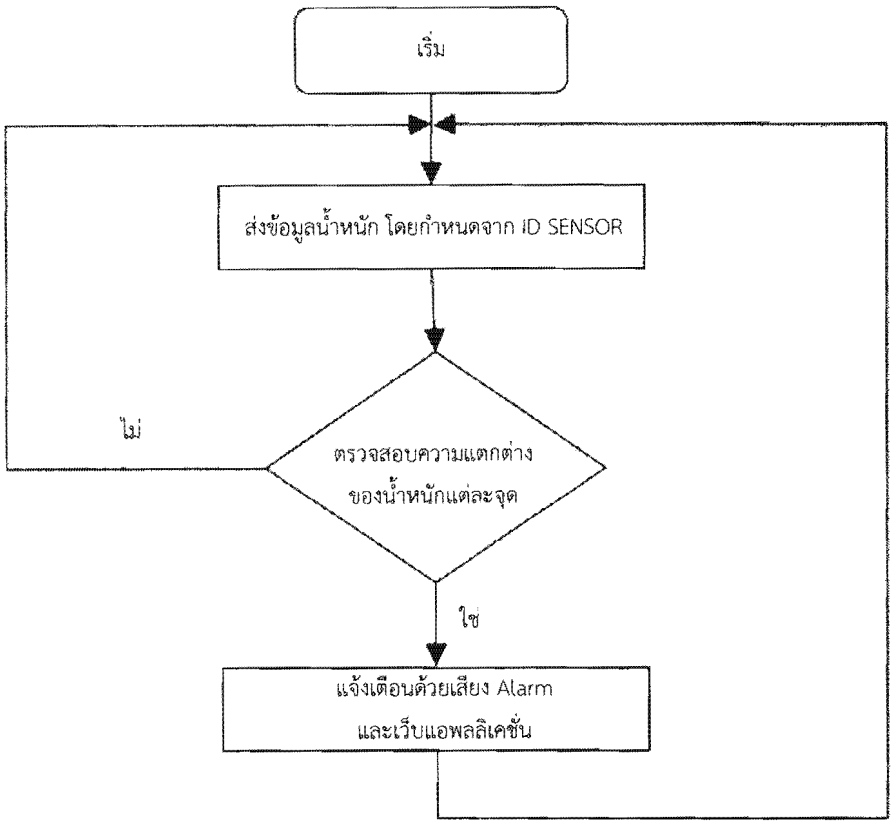
3.2 ขั้นตอนการออกแบบฮาร์ดแวร์

ในงานวิจัยนี้ใช้ พื้นไม้ขนาด 80 x 80 เซนติเมตร จำนวน 4 แผ่น โดยพื้นจะมีเซนเซอร์สำหรับวัดค่าน้ำหนักโหลดเซลล์ (Load Cell) จำนวน 5 ตำแหน่งและไมโครคอนโทรเลอร์ 2 ต่อพื้นไม้ 1 บอร์ด ในงานวิจัยนี้จึงใช้เซนเซอร์สำหรับวัดค่าน้ำหนักโหลดเซลล์ (Load Cell) จำนวน 20 ตำแหน่ง เพื่อใช้ในการรับค่าน้ำหนักจากพื้นแล้ว ส่งค่าไปยัง Firebase เพื่อใช้ในการประมวลผลเพื่อระบุตำแหน่งของผู้สูงอายุที่อาศัยอยู่บนพื้น ดังภาพที่ 3.2



ภาพที่ 3.2 ลักษณะการวางตำแหน่งของเซนเซอร์

3.2.1 ขั้นตอนการทำงานของอุปกรณ์

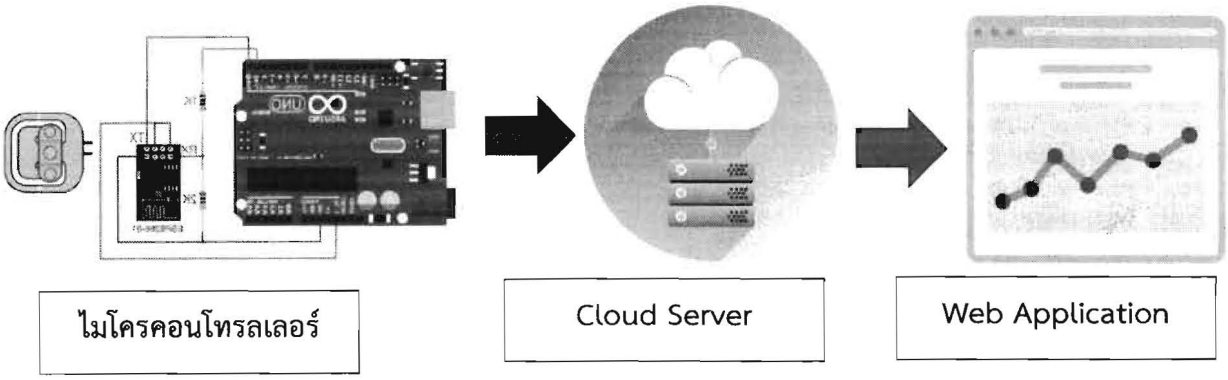


ภาพที่ 3.3 ขั้นตอนการทำงานของระบบ

จากภาพที่ 3.3 ขั้นตอนการทำงานของอุปกรณ์ เริ่มจากอุปกรณ์รับค่าน้ำหนักที่ได้จากโหลดเซลล์ (Load Cell) ในแต่ละตำแหน่งว่ามีน้ำหนักมากน้อยเพียงใด เมื่อทราบน้ำหนักแล้วทำการประมวลผลค่าน้ำหนักในการทดสอบของการเดินในแต่ละครั้ง หากมีค่าน้ำหนักที่มากแตกต่างจากค่าเฉลี่ยจะทำให้ระบบทำการแจ้งเตือน Alarm ในพื้นที่บริเวณบ้าน และแจ้งเตือนไปยังเว็บแอพลิเคชั่น เพื่อบอกให้กับบุคคลใกล้ชิดทราบว่ามีเหตุการณ์ผิดปกติเกิดขึ้นภายในพื้นที่ที่มีการติดตั้งอุปกรณ์

3.3 ขั้นตอนการออกแบบการส่งข้อมูล

ผู้วิจัยได้ทำการออกแบบระบบการส่งข้อมูล เพื่อให้ทราบถึงขั้นตอนในการรับส่งข้อมูลไปยังฐานข้อมูล โดยมีภาพรวมการทำงาน ดังภาพที่ 3.4



ภาพที่ 3.4 ขั้นตอนการส่งข้อมูลจากโหลดเซลล์ไปยังจอแสดงผล

จากภาพที่ 3.4 ภาพรวมของระบบการส่งข้อมูลจะแบ่งเป็น 3 ส่วน รายละเอียด ดังนี้

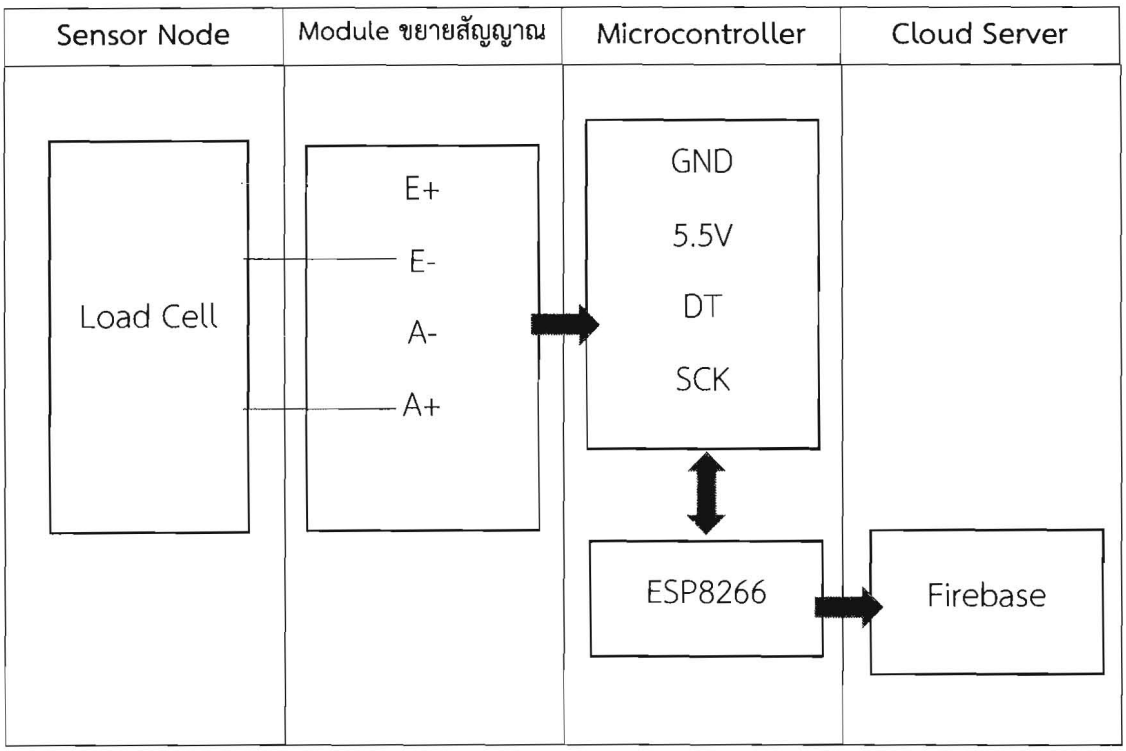
(1) การทำงานส่วนของไมโครคอนโทรเลอร์ จะรับค่าน้ำหนักที่ได้จากโหลดเซลล์ (Load Cell) ซึ่งในการเชื่อมต่ออุปกรณ์ประกอบด้วย โหลดเซลล์ (Load Cell) เชื่อมต่อกับโมดูลขยายสัญญาณ และเชื่อมไปยัง Arduino ในการอ่านค่า

(2) การทำงานของคลาวเซิร์ฟเวอร์ (Cloud Server) จะรับค่าโดย Arduino จะเชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรเลอร์ ESP8266 ซึ่งทำหน้าที่กระจายสัญญาณเครือข่ายไร้สายเพื่อส่งข้อมูลไปยังคลาวเซิร์ฟเวอร์ (Cloud Server)

(3) การทำงานของ Web Application จะรับข้อมูลจากคลาวเซิร์ฟเวอร์ (Cloud Server) มาใช้ในการประมวลผล โดยการคำนวณเพื่อระบุตำแหน่งและทดสอบหากมีค่าน้ำหนักที่ได้มากเกินไปจะทำการแจ้งเตือนไปยังผู้ใช้งาน

3.4 การออกแบบการทำงานส่วนของระบบการส่งข้อมูล

ตารางที่ 3.1 อธิบายการทำงานภาพรวมของระบบการส่งข้อมูล



จากตารางที่ 3.1 การทำงานภาพรวมของระบบสามารถอธิบายได้ ดังนี้

Sensor Node การทำงานของโหนดทำการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ไมโครคอนโทรเลอร์โดยมีโมดูลขยายสัญญาณในการช่วยส่งค่าน้ำหนัก ซึ่งจะสามารถติดตามได้จากการแรงกดของพื้นที่กระทำต่อเซนเซอร์ จากนั้นใช้โมดูลขยายสัญญาณช่วยในการส่งค่าไปยังอุปกรณ์ให้เป็นสัญญาณดิจิตอลเพื่อให้อ่านค่าได้ง่ายยิ่งขึ้น

Module ขยายสัญญาณ จะช่วยในการแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิตอลขนาด 24 บิต (ADC) ออกแบบมาสำหรับอ่านค่าน้ำหนัก เพื่อเชื่อมต่อโดยตรงกับเซ็นเซอร์จำพวกวิจสโตน บริดจ์ โมดูล HX711 ทำงานที่ 5V การสื่อสารโดยใช้ Serial Pins DT และ SCK

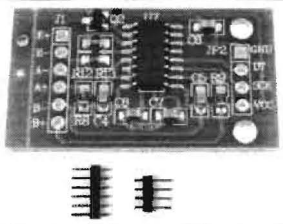
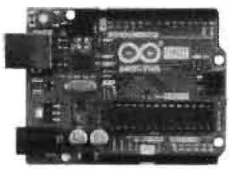
Microcontroller ส่วนนี้จะเป็นส่วนที่ใช้ในการรับข้อมูลจากเซนเซอร์ และใช้สัญญาณอินเตอร์เน็ตในการส่งค่าน้ำหนักไปยังคลาวด์เซิร์ฟเวอร์ (Cloud Server) โดยจะทำการเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์เข้ากับไมโครคอนโทรเลอร์โดยการเชื่อมต่อผ่าน USB Port เพื่อรับข้อมูลจากไมโครคอนโทรเลอร์ และส่งข้อมูลต่อไปยังคลาวด์เซิร์ฟเวอร์ (Cloud Server) ผ่านการเชื่อมต่อสัญญาณอินเตอร์เน็ต

คลาวด์เซิร์ฟเวอร์ (Cloud Server) เป็นส่วนสำหรับการบันทึกข้อมูลเพื่อใช้ในการประมวลผลข้อมูลจึงเป็นส่วนสำคัญเนื่องจากหากไม่มีข้อมูลแบบเรียลไทม์จะทำให้ไม่สามารถทราบถึงชุดข้อมูลปัจจุบันและทำให้ไม่สามารถประมวลผลความผิดปกติบนพื้นได้และในคลาวด์เซิร์ฟเวอร์ (Cloud Server) จะสามารถระบุ ID ของชุดเซนเซอร์ได้ทุกตำแหน่ง เป็นต้น

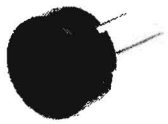
3.5 ออกแบบการพัฒนาอุปกรณ์ที่สนับสนุนต่องานตามโครงร่าง

ในหัวข้อนี้อธิบายการเลือกอุปกรณ์ที่ในในงานวิจัย ระบบนี้ได้มีการพัฒนาอุปกรณ์ต้นแบบสำหรับพื้นอัจฉริยะ สามารถอธิบายการใช้งานและรายละเอียดของอุปกรณ์ได้ดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 การทำงานของอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย

รูปภาพ	ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียดอุปกรณ์
	Load cell Sensor	Load cell แบบ Strain Gauge เป็นเซนเซอร์สำหรับรับค่าน้ำหนักที่ได้จากแรงกดบนพื้นเพื่อส่งต่อระบบคลาวด์เซิร์ฟเวอร์เพื่อนำไปวิเคราะห์ข้อมูล
	Amplifier Module (HX711)	HX711 Weight Sensor Amplifier เป็นโมดูลขยายสัญญาณจาก Load Cell และส่งค่าให้ Arduino ในรูปแบบ Digital 24 bits โดยใช้ไฟเลี้ยง 2.6 – 5.5 Volt
	Arduino Uno	ไมโคคอลโทลเลอร์ทำหน้าที่ในการรวบรวมข้อมูลจากเซนเซอร์ต่าง ๆ ที่ใช้ในงานวิจัย อุปกรณ์สามารถเชื่อมต่อผ่าน USB Port ได้ และมีประสิทธิภาพที่เสถียรในการรับส่งค่าจากเซนเซอร์
	ESP8266 Wemos	ไมโคคอลโทลเลอร์ ESP8266 สำหรับงานวิจัยนี้นำมาใช้งานในการรับและอ่านค่าข้อมูลจาก Arduino โดยใช้สัญญาณอินเตอร์เน็ต เพื่อส่งต่อข้อมูลไปยังคลาวด์เซิร์ฟเวอร์

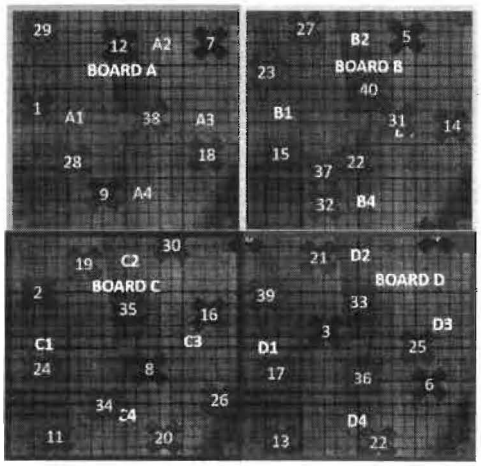
ตารางที่ 3.2 การทำงานของอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย (ต่อ)

รูปภาพ	ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียดอุปกรณ์
	Buzzer	ลำโพงที่ใช้ในงานวิจัย ทำงานเหมือนลำโพงขนาดเล็ก โดยงานวิจัยใช้ในการแจ้งเตือนความผิดปกติของน้ำหนักซึ่งเป็นการแจ้งเตือนด้วยเสียง

3.6 การเก็บรวบรวมข้อมูล

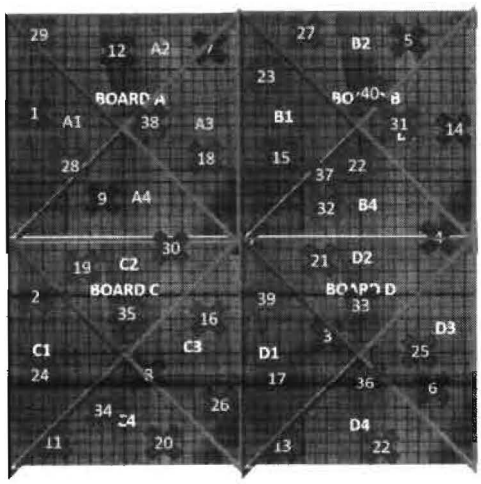
ในการเก็บข้อมูลผู้วิจัยได้แบ่งการเรียนรู้และการทดสอบเป็น 4 แบบ อธิบายรายละเอียดได้ ดังนี้

3.6.1 การเก็บรวบรวมข้อมูลจากน้ำหนักที่ได้จากแต่ละตำแหน่งของเซนเซอร์สำหรับการเรียนรู้ 40 ตำแหน่ง เพื่อใช้ในการทดสอบ บอร์ดว่าตำแหน่งของผู้สูงอายุอาศัยอยู่ตรงตามบอร์ดที่ระบบประมวลผลหรือไม่ โดยการแบ่ง บอร์ด A บอร์ด B บอร์ด C และบอร์ด D ดังภาพที่ 3.5



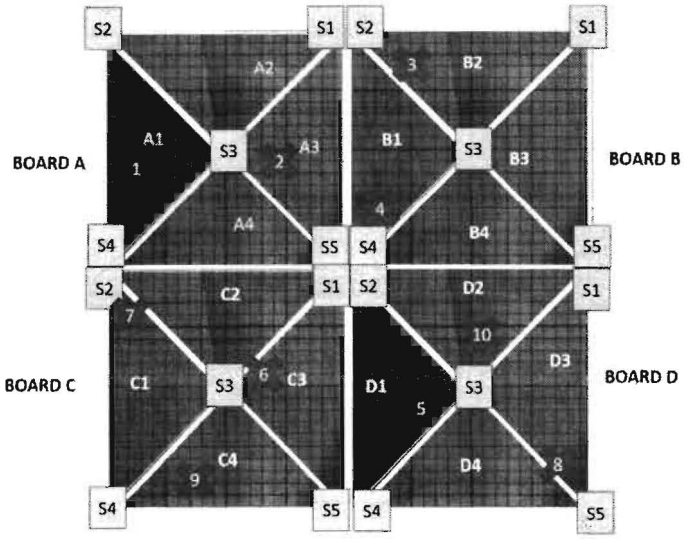
ภาพที่ 3.5 ตำแหน่งวัตถุสำหรับการเรียนรู้ 40 ตำแหน่งสำหรับจำแนกบอร์ด

3.6.2 การเก็บรวบรวมข้อมูลจากน้ำหนักที่ได้ในแต่ละตำแหน่งของเซนเซอร์สำหรับการเรียนรู้ 40 ตำแหน่ง เพื่อระบุตำแหน่งของคลาส (Class) ซึ่งสามเหลี่ยมที่เกิดจากจุดของเซนเซอร์จำนวน 3 ตัว ของบอร์ด จำแนกได้ทั้งหมด 16 คลาส (Class) ดังนี้ A1, A2, A3, A4, B1, B2, B3, B4, C1, C2, C3, C4, D1, D2, D3, D4 ดังภาพที่ 3.6



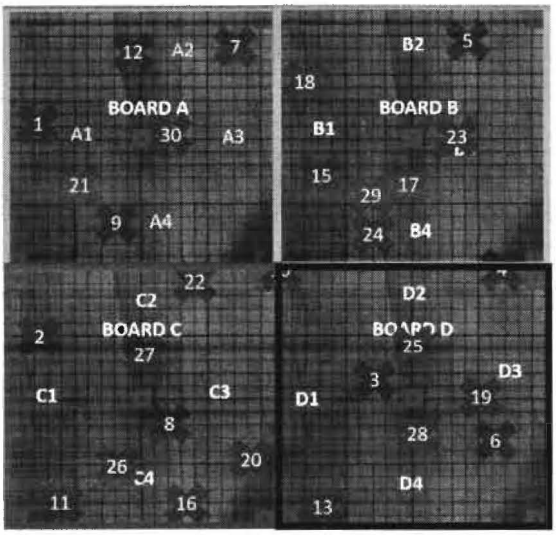
ภาพที่ 3.6 ตำแหน่งวัตถุสำหรับการเรียนรู้ 40 ตำแหน่งในการกำหนดคลาส (Class)

3.6.3 การเก็บรวบรวมข้อมูลจากน้ำหนักที่ได้จากแต่ละตำแหน่งของเซนเซอร์สำหรับการทดสอบ 10 ตำแหน่ง ในการทดสอบการจำแนกบอร์ด และการจำแนกคลาส (Class) ว่าเป็นจริงตามที่ระบบทำนายหรือไม่ ดังภาพที่ 3.7



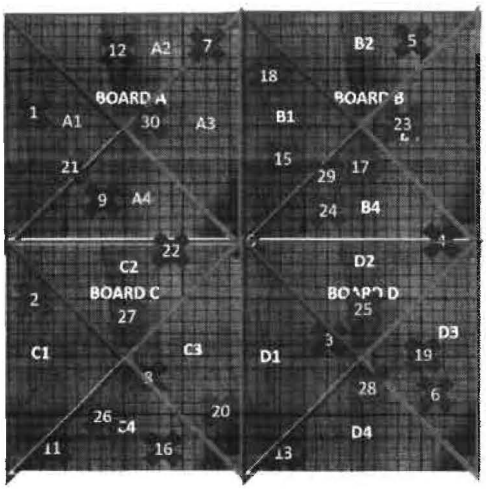
ภาพที่ 3.7 ตำแหน่งวัตถุสำหรับการทดสอบ 10 ตำแหน่ง

3.6.4 การเก็บรวบรวมข้อมูลจากน้ำหนักที่ได้จากแต่ละตำแหน่งของเซนเซอร์สำหรับการเรียนรู้ 30 ตำแหน่ง เพื่อใช้ในการทดสอบ บอร์ดว่าตำแหน่งของผู้สูงอายุอาศัยอยู่ตรงตามบอร์ดที่ระบบประมวลผลหรือไม่ โดยการแบ่ง บอร์ด A บอร์ด B บอร์ด C และบอร์ด D ดังภาพที่ 3.8



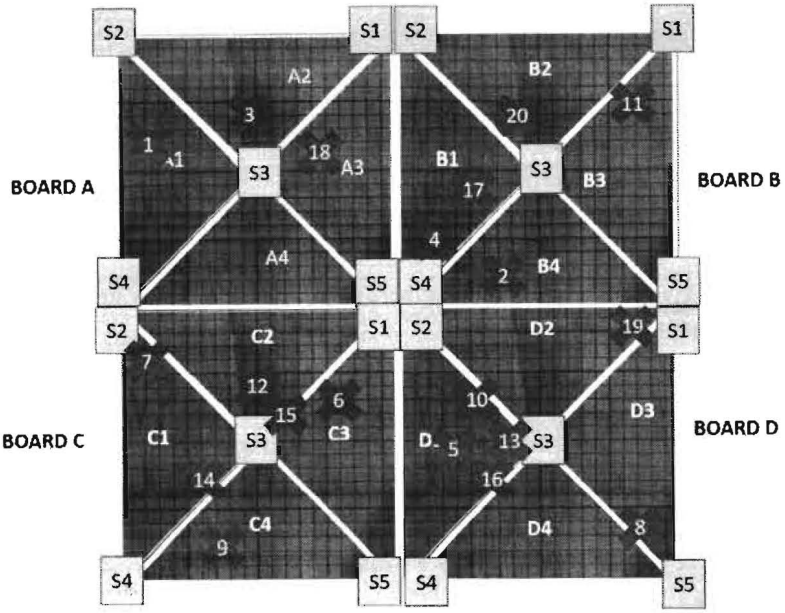
ภาพที่ 3.8 ตำแหน่งวัตถุสำหรับการเรียนรู้ 30 ตำแหน่งสำหรับจำแนกบอร์ด

3.6.5 การเก็บรวบรวมข้อมูลจากน้ำหนักที่ได้ในแต่ละตำแหน่งของเซนเซอร์สำหรับการเรียนรู้ 30 ตำแหน่ง เพื่อระบุคลาส (Class) โดยกำหนดเป็นจุดสามเหลี่ยม 4 รูปต่อ 1 บอร์ด จำแนกได้ทั้งหมด 16 คลาส (Class) ดังนี้ A1, A2, A3, A4, B1, B2, B3, B4, C1, C2, C3, C4, D1, D2, D3, D4 ดังภาพที่ 3.9



ภาพที่ 3.9 ตำแหน่งวัตถุสำหรับการเรียนรู้ 30 ตำแหน่งในการกำหนดคลาส (Class)

3.6.6 การเก็บรวบรวมข้อมูลจากน้ำหนักที่ได้จากแต่ละตำแหน่งของเซนเซอร์สำหรับการทดสอบ 20 ตำแหน่ง ในการทดสอบการจำแนกบอร์ด และการจำแนกคลาส (Class) ว่าเป็นจริงตามที่ระบบทำนายหรือไม่ ดังภาพที่ 3.10

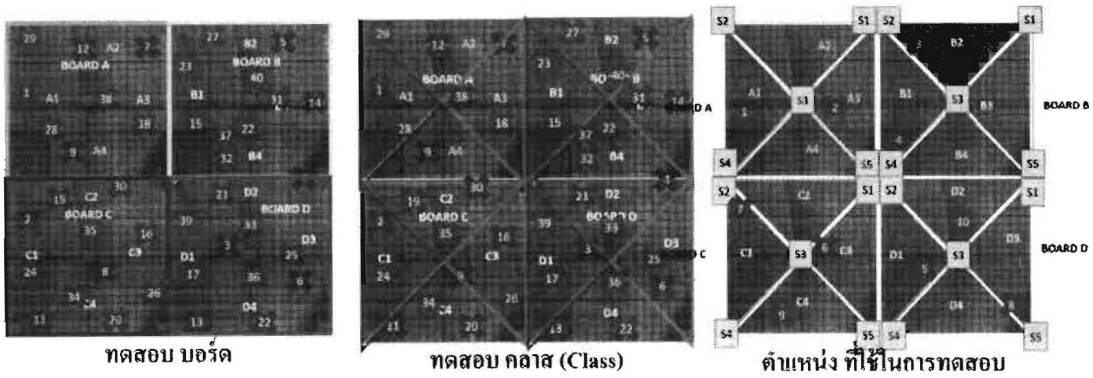


ภาพที่ 3.10 ตำแหน่งวัตถุสำหรับการทดสอบ 20 ตำแหน่ง

3.7 การประมวลผลข้อมูล

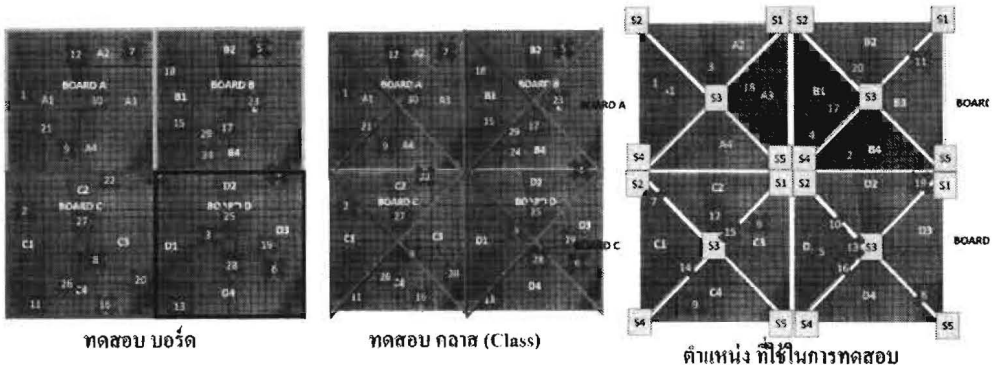
3.7.1 ประมวลผลข้อมูล โดยใช้เทคนิคเคเนียเรสเนเบอร์ (K-Nearest Neighbor) ซึ่งวิธีการใช้งานผู้วิจัยได้นำโปรแกรมภาษา Python มาใช้ในการประมวลผล เนื่องจากโปรแกรมภาษา Python ค่อนข้างครอบคลุมการเขียนโปรแกรมเชิงวัตถุ (OOP) และมีไลบรารี่ที่เหมาะสมกับการใช้งาน ซึ่งผู้วิจัยได้นำ library พื้นฐานสำหรับ Data Analysis มาใช้คือ NumPy สำหรับการจัดการข้อมูลในรูปแบบ อาเรย์ (array) หลายมิติ ซึ่งมีประสิทธิภาพที่สูงมาก ๆ และมี operation ที่เหมาะสมกับการใช้เทคนิคเคเนียเรสเนเบอร์ (K-Nearest Neighbor) ในงานวิจัยนี้ได้กำหนดชุดข้อมูลคือค่าน้ำหนักที่ได้จากการทดสอบทั้งหมด 50 ตำแหน่ง โดยแบ่งการทดสอบออกเป็น 2 ชุดข้อมูล ดังนี้

(1) แบ่งชุดข้อมูลออกเป็น 40: 10 นั่นคือ ชุดข้อมูลการเรียนรู้ทั้งหมด 40 ตำแหน่งใช้ในการจำแนกบอร์ดและคลาส โดยใช้เทคนิคเคเนียเรสเนเบอร์ (K-Nearest Neighbor) ใช้การกำหนดบอร์ดทั้งหมด 4 บอร์ด และกำหนดคลาส (Class) ทั้งหมด 16 คลาส (คลาส) แล้วจึงนำชุดข้อมูลทดสอบ จำนวน 10 ชุด มาใช้ในการทดสอบ จำแนกบอร์ดและคลาส ดังภาพที่ 3.11



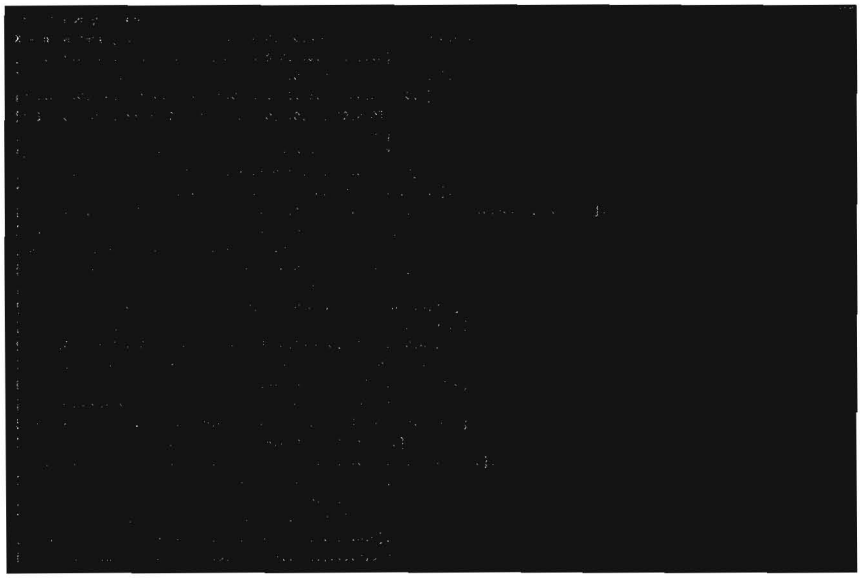
ภาพที่ 3.11 การแบ่งชุดข้อมูลในการเรียนรู้และทดสอบ 40: 10

(2) แบ่งชุดข้อมูลออกเป็น 30: 20 นั่นคือ ชุดข้อมูลการเรียนรู้ทั้งหมด 30 ตำแหน่งใช้ในการจำแนกบอร์ดและคลาส โดยใช้เทคนิคเคเนียเรสเนเบอร์ (K-Nearest Neighbor) ในการกำหนดบอร์ดทั้งหมด 4 บอร์ด และกำหนดคลาส (Class) ทั้งหมด 16 คลาส (Class) แล้วจึงนำชุดข้อมูลทดสอบ จำนวน 20 ชุด มาใช้ในการทดสอบ จำแนกบอร์ดและคลาส 25 ดังภาพที่ 3.12

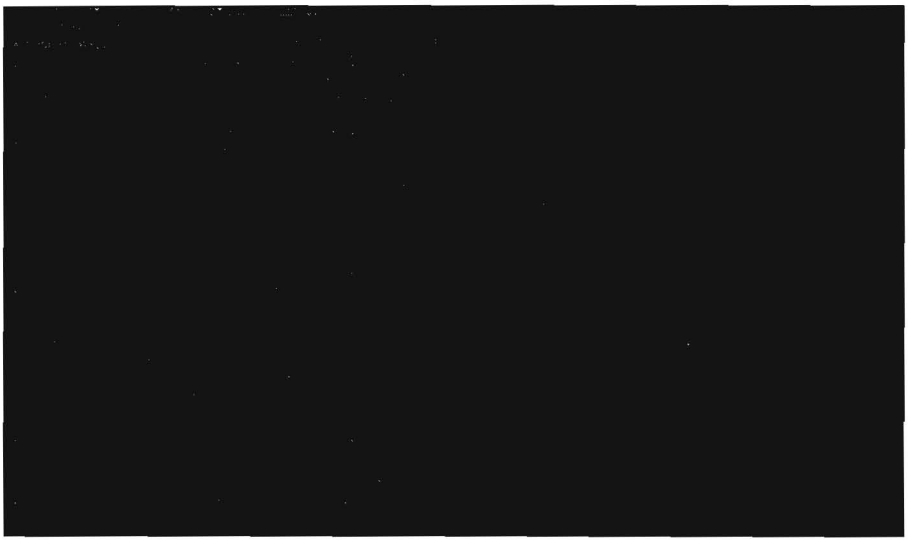


ภาพที่ 3.12 การแบ่งชุดข้อมูลในการเรียนรู้และทดสอบ 30: 20

ทดสอบการกำหนดและแบ่งคลาส (Class) จากชุดข้อมูลทั้งหมด 2 ชุดคือ ชุดข้อมูลการเรียนรู้ทั้งหมด 40 ตำแหน่งและชุดข้อมูลการเรียนรู้ 30 ตำแหน่ง โดยการกำหนดให้น้ำหนักที่ได้จากเซนเซอร์ทั้ง 5 ตำแหน่ง ของบอร์ดจำนวน 4 บอร์ด มาจัดชุดข้อมูลในรูปแบบของอาร์เรย์ (Array) ดังภาพที่ 3.13 -3.14



ภาพที่ 3.13 โค้ดน้ำหนักที่ได้จากเซนเซอร์ จากชุดข้อมูล 40 ตำแหน่ง



ภาพที่ 3.14 โค้ดน้ำหนักที่ได้จากเซนเซอร์ จากชุดข้อมูล 30 ตำแหน่ง

ภาพที่ 3.15 โค้ดการกำหนดคลาส (Class)

อธิบายข้อมูลจากภาพที่ 3.15 คือชุดข้อมูลน้ำหนักที่ได้จากตำแหน่งที่ใช้ในการเรียนรู้ทั้งหมด 40 ตำแหน่ง ในแต่ละตำแหน่งจะประกอบไปด้วยน้ำหนักที่ได้จากเซนเซอร์ทั้ง 20 ตำแหน่ง รวมทั้งหมดจำนวน 4 บอร์ด และนำมากำหนดคลาส (Class) จากตัวอย่างโค้ดดังภาพที่ 3.15 เพื่อใช้ในการทดสอบประสิทธิภาพของอัลกอริทึมในลำดับต่อไป

ภาพที่ 3.16 โค้ดการกำหนดบอร์ดทั้งหมด 4 บอร์ด

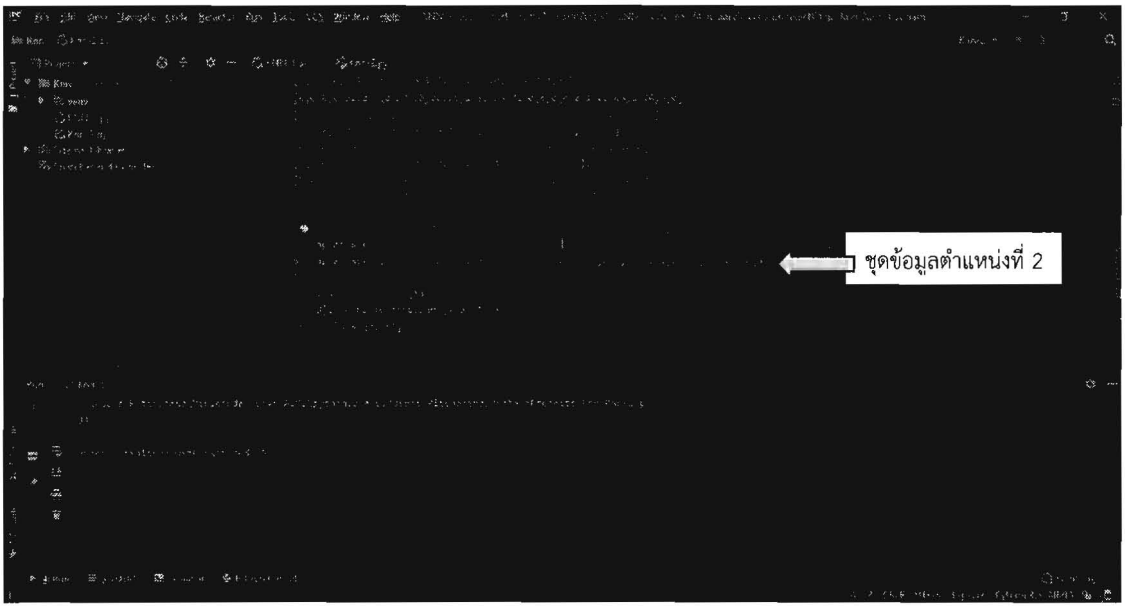
อธิบายข้อมูลจากภาพที่ 3.16 คือชุดข้อมูลน้ำหนักที่ได้จากตำแหน่งที่ใช้ในการเรียนรู้ทั้งหมด 40 ตำแหน่ง ในแต่ละตำแหน่งจะประกอบไปด้วยน้ำหนักที่ได้จากเซนเซอร์ทั้ง 40 ตำแหน่ง รวมทั้งหมดจำนวน 4 บอร์ด และนำมากำหนดบอร์ดจำนวน 4 บอร์ด A, B, C และ D จากตัวอย่างโค้ดดังภาพที่ 3.16 เพื่อใช้ในการทดสอบประสิทธิภาพของอัลกอริทึมในลำดับต่อไป

การทดสอบข้อมูลแบ่งการทดสอบออกเป็น 2 แบบ ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

(1) ทดสอบชุดข้อมูลแบบที่ 1 คือ 40: 10 คือ โดยการนำข้อมูลน้ำหนักที่ได้จากการทดสอบ 10 ตำแหน่ง มาใช้ในการประมวลผลเปรียบเทียบจากชุดข้อมูลการเรียนรู้ทั้งหมด 40 ตำแหน่ง

(2) ทดสอบชุดข้อมูลแบบที่ 1 คือ 30: 20 คือ โดยการนำข้อมูลน้ำหนักที่ได้จากการทดสอบ 20 ตำแหน่ง มาใช้ในการประมวลผลเปรียบเทียบจากชุดข้อมูลการเรียนรู้ทั้งหมด 30 ตำแหน่ง

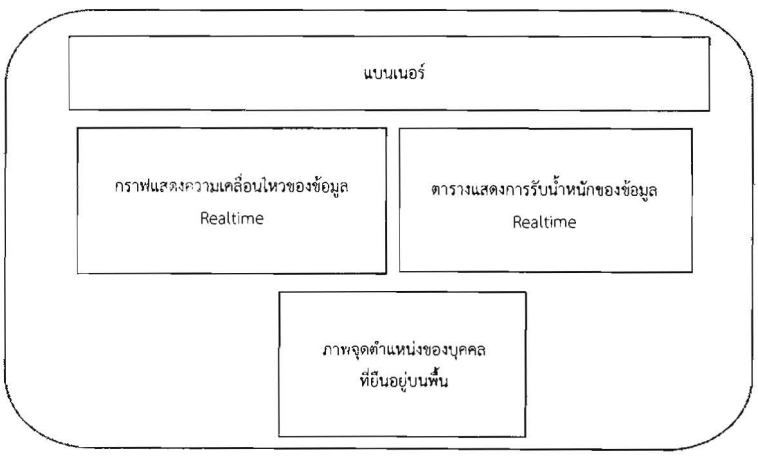
ในการทดสอบทั้ง 2 แบบ เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของอัลกอริทึมและหาว่าน้ำหนักที่ได้สามารถระบุตำแหน่งที่วัตถุอยู่ใกล้กับเซนเซอร์นั้น ๆ ได้จริงหรือไม่ ดังภาพที่ 3.17



ภาพที่ 3.17 ผลการจำแนกคลาส (Class) จากชุดข้อมูลทดสอบ

จากภาพที่ 3.15 สามารถบอกได้ว่าชุดข้อมูลทดสอบตำแหน่งที่ 2 นำมาเปรียบเทียบโดยใช้เคเนียเรสเนเบอร์ (K-Nearest Neighbor) มาคำนวณทำให้สามารถระบุคลาส (Class) และบอร์ดของตำแหน่งของวัตถุได้ว่าอยู่ใน คลาส B4 บอร์ด B กล่าวคือ น้ำหนักที่ได้มีตำแหน่งของวัตถุอยู่ที่ บอร์ด B ใกล้กลับ เซนเซอร์ตำแหน่งที่ 4 ซึ่งสามารถระบุได้ว่าวัตถุอยู่ที่ตำแหน่งใดและน้ำหนักที่ได้สามารถบอกได้ว่าวัตถุอยู่ใกล้กับเซนเซอร์ตำแหน่งที่ 4 มากที่สุด

3.8 การออกแบบหน้าจอระบบ



ภาพที่ 3.18 ออกแบบหน้าจอหลักของระบบ

การทำงานบนหน้าจอหลักใช้สำหรับมอนิเตอร์ดูความเคลื่อนไหวของข้อมูลน้ำหนักที่เกิดจากแรงกดบนพื้น ซึ่งจะเป็นข้อมูลแบบ Realtime หน่วงเวลา 3 วินาที ผู้ใช้งานจะสามารถดูการเปลี่ยนแปลงได้ตลอดเวลา หากเกิดเหตุการณ์ผิดปกติระบบจะแสดงให้เป็นเป็นลักษณะของกราฟสีแดงที่แตกต่างจากการเคลื่อนไหวปกติ หน้าจอหลักประกอบด้วย ภาพตำแหน่งที่แสดงเป็นจุดบนบอร์ดแต่ละบอร์ด เมื่อมีการเคลื่อนไหว กราฟแสดงความเคลื่อนไหวของข้อมูล Realtime และตารางแสดงการรับน้ำหนักของข้อมูลแบบ Realtime

3.9 การทดสอบประสิทธิภาพของระบบ

หลังจากที่ได้ดำเนินการทดสอบระบบแล้ว ผู้วิจัยได้ทำการวัดประสิทธิภาพการทำงานของระบบโดยการการวัดประสิทธิภาพ ดังสมการที่ 2.3 กำหนดค่า ดังนี้

(1) True Positive (TP) คือ สิ่งที่โปรแกรมทำนายว่าจริง และผลลัพธ์ที่ได้เป็นจริง

(2) True Negative (TN) คือ สิ่งที่โปรแกรมทำนายว่าไม่จริง และผลลัพธ์ที่ได้ไม่จริง

(3) False Positive (FP) คือ สิ่งที่โปรแกรมทำนายว่าจริง แต่ผลลัพธ์ที่ได้ไม่จริง

(4) False Negative (FN) คือ สิ่งที่โปรแกรมทำนายว่าไม่จริง แต่ผลลัพธ์ที่ได้เป็นจริง

3.9.1 ค่าความถูกต้อง (Accuracy) คือ ค่าที่บอกว่าโปรแกรมสามารถทำนายได้แม่นยำหรือไม่ จากชุดข้อมูลที่ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบข้อมูลการเรียนรู้และข้อมูลทดสอบแบ่งเป็น 2 แบบ ดังนี้

3.9.1.1 ทดสอบคือ 40: 10 ในการวัดประสิทธิภาพ สามารถแทนค่าในสมการ ได้ดังนี้

TP เท่ากับ 10 จากข้อมูลทดสอบ 10 ตำแหน่ง เนื่องจากสิ่งที่โปรแกรมทำนายว่าจริง และคนบอกว่ามันจริง

TN เท่ากับ 10 จากข้อมูลทดสอบ 10 ตำแหน่ง เนื่องจากสิ่งที่โปรแกรมทำนายว่าไม่จริง และคนบอกว่ามันไม่จริง

FP เท่ากับ 0 เนื่องจากไม่มีข้อมูลที่โปรแกรมทำนายว่าจริง แต่คนบอกว่าไม่จริง

FN เท่ากับ 0 เนื่องจากไม่มีข้อมูลที่โปรแกรมทำนายว่าไม่จริง แต่คนบอกว่าจริง

$$\text{Accuracy} = \frac{TP+TN}{TP+TN+FP+FN} \tag{3.1}$$

$$\text{Accuracy} = \frac{10+10}{10+10+0+0}$$

Accuracy = 1 มีค่าความถูกต้อง 100%

3.9.1.2 ทดสอบคือ 30: 20 ในการวัดประสิทธิภาพ สามารถแทนค่าในสมการ ได้ดังนี้

TP เท่ากับ 20 จากข้อมูลทดสอบ 20 ตำแหน่ง เนื่องจากสิ่งที่โปรแกรมทำนายว่าจริง และคนบอกว่ามันจริง

TN เท่ากับ 20 จากข้อมูลทดสอบ 20 ตำแหน่ง เนื่องจากสิ่งที่โปรแกรมทำนายว่าไม่จริง และคนบอกว่ามันไม่จริง

FP เท่ากับ 0 เนื่องจากไม่มีข้อมูลที่โปรแกรมทำนายว่าจริง แต่คนบอกว่าไม่จริง

FN เท่ากับ 0 เนื่องจากไม่มีข้อมูลที่โปรแกรมทำนายว่าไม่จริง แต่คนบอกว่าจริง

$$\text{Accuracy} = \frac{TP+TN}{TP+TN+FP+FN} \tag{3.2}$$

$$\text{Accuracy} = \frac{20+20}{20+20+0+0}$$

Accuracy = 1 มีค่าความถูกต้อง 100%

3.9.2 ค่าความแม่นยำ (Precision) คือ ค่าที่บอกว่าโปรแกรมทำนายว่าจริงถูกต้องเท่าไร

จากชุดข้อมูลที่ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบข้อมูลการเรียนรู้และข้อมูลทดสอบแบ่งเป็น 2 แบบ ดังนี้

3.9.2.1 ทดสอบคือ 40: 10 ในการวัดประสิทธิภาพ สามารถแทนค่าในสมการ ได้ดังนี้

TP เท่ากับ 10 จากข้อมูลทดสอบ 10 ตำแหน่ง เนื่องจากสิ่งที่โปรแกรมทำนายว่าจริง และคนบอกว่ามันจริง

TN เท่ากับ 10 จากข้อมูลทดสอบ 10 ตำแหน่ง เนื่องจากสิ่งที่โปรแกรมทำนายว่าไม่จริง และคนบอกว่ามันไม่จริง

FP เท่ากับ 0 เนื่องจากไม่มีข้อมูลที่โปรแกรมทำนายว่าจริง แต่คนบอกว่าไม่จริง

FN เท่ากับ 0 เนื่องจากไม่มีข้อมูลที่โปรแกรมทำนายว่าไม่จริง แต่คนบอกว่าจริง

$$\text{Precision} = \frac{TP}{TP+FP} \tag{3.3}$$

$$\text{Precision} = \frac{10}{10+0}$$

Precision = 1 มีค่าความแม่นยำ 100%

3.9.2.2 ทดสอบคือ 30:20 ในการวัดประสิทธิภาพ สามารถแทนค่าในสมการ ได้ดังนี้

TP เท่ากับ 20 จากข้อมูลทดสอบ 20 ตำแหน่ง เนื่องจากสิ่งที่โปรแกรมทำนายว่าจริง และคนบอกว่ามันจริง

TN เท่ากับ 20 จากข้อมูลทดสอบ 20 ตำแหน่ง เนื่องจากสิ่งที่โปรแกรมทำนายว่าไม่จริง และคนบอกว่ามันไม่จริง

FP เท่ากับ 0 เนื่องจากไม่มีข้อมูลที่โปรแกรมทำนายว่าจริง แต่คนบอกว่าไม่จริง

FN เท่ากับ 0 เนื่องจากไม่มีข้อมูลที่โปรแกรมทำนายว่าไม่จริง แต่คนบอกว่าจริง

$$\text{Precision} = \frac{\text{TP}}{\text{TP+FP}} \tag{3.4}$$

$$\text{Precision} = \frac{20}{20+0}$$

Precision = 1 มีค่าความแม่นยำ 100%

บทที่ 4
ผลการวิจัย

ในบทนี้เป็นการนำเสนอผลการวิจัยและผลการทดสอบประสิทธิภาพ ซึ่งประกอบด้วย 2 ส่วน ได้แก่ การรับ - ส่งข้อมูลระหว่างเซนเซอร์ไปยังไมโครคอนโทรเลอร์ และผลการพัฒนาและทดสอบประสิทธิภาพของการทำงานระบบที่พัฒนาขึ้น โดยมีรายละเอียด ดังนี้

4.1 การรับ-ส่งข้อมูลระหว่างเซนเซอร์ไปยังไมโครคอนโทรเลอร์

4.1.1 การทำงานในการรับ – ส่งข้อมูลไปยังไมโครคอนโทรเลอร์สามารถส่งได้จากการที่เซนเซอร์ได้รับน้ำหนักจากแรงกดจากพื้นที่กระทำต่อเซนเซอร์ โดยที่เซนเซอร์ทำหน้าที่รับค่า แล้วส่งค่าไปยังโมดูลขยายสัญญาณให้เป็นสัญญาณดิจิตอล 24 bit เพื่อให้ไมโครคอนโทรเลอร์สามารถอ่านค่าเป็นน้ำหนักและนำไปใช้ได้ง่ายยิ่งขึ้น โดยอุปกรณ์ที่ใช้งาน ประกอบด้วย Loadcell เป็นเซนเซอร์รับแรงกด ใช้ควบคู่กับ Module HX711 เป็นตัวขยายสัญญาณ และเชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรเลอร์ Arduino ที่เชื่อมต่อกับ ESP8266 wemos ช่วยในการส่งข้อมูลผ่านสัญญาณอินเตอร์เน็ต เพื่อส่งต่อข้อมูลไปที่ Cloud Server

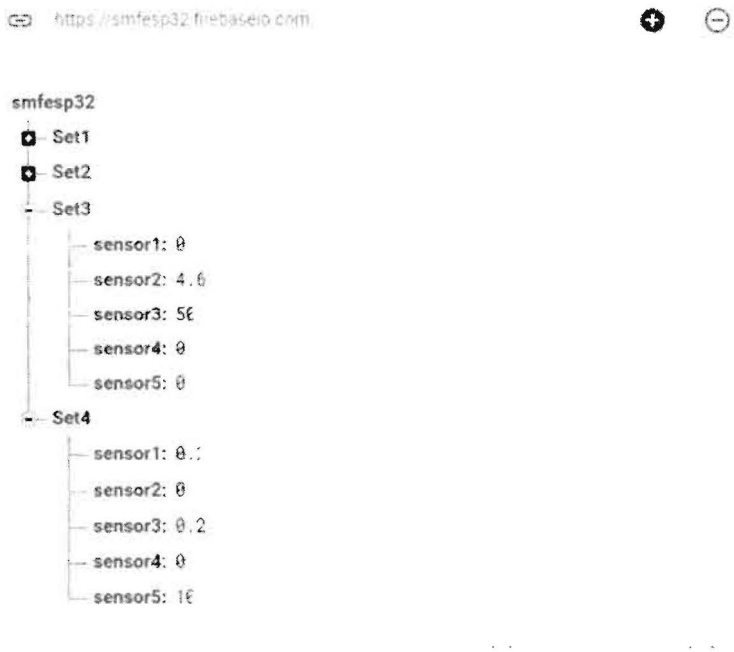
การทำงานในส่วนแรกเป็นส่วนในการส่งข้อมูลต้นทางโดยอุปกรณ์จะมีหน้าที่ในการรับข้อมูลค่าน้ำหนักที่ได้จากเซนเซอร์ทั้งหมดทุกตำแหน่ง โดยการกำหนด ID ให้กับเซนเซอร์แต่ละตัว และแสดงผลการอ่านค่าน้ำหนักออกมาได้ดังภาพที่ 4.1

```
Reading1 : 0.00 kg -> Reading2 : 0.00 kg -> Reading3 : 0.00 kg -> Reading4 : 0.00 kg -> Reading5 : 0.00 kg ;
Reading1 : 27.51 kg -> Reading2 : 0.00 kg -> Reading3 : 0.00 kg -> Reading4 : 0.00 kg -> Reading5 : 0.00 kg ;
Reading1 : 30.34 kg -> Reading2 : 0.00 kg -> Reading3 : 0.00 kg -> Reading4 : 0.00 kg -> Reading5 : 0.00 kg ;
Reading1 : 71.05 kg -> Reading2 : 0.00 kg -> Reading3 : 0.00 kg -> Reading4 : 0.00 kg -> Reading5 : 0.00 kg ;
Reading1 : 0.00 kg -> Reading2 : 0.00 kg -> Reading3 : 0.00 kg -> Reading4 : 0.00 kg -> Reading5 : 0.00 kg ;
Reading1 : 719.92 kg -> Reading2 : 0.00 kg -> Reading3 : 0.00 kg -> Reading4 : 0.00 kg -> Reading5 : 0.00 kg ;
Reading1 : 35.91 kg -> Reading2 : 0.00 kg -> Reading3 : 0.00 kg -> Reading4 : 0.00 kg -> Reading5 : 0.00 kg ;
Reading1 : 55.55 kg -> Reading2 : 0.00 kg -> Reading3 : 0.00 kg -> Reading4 : 0.00 kg -> Reading5 : 0.00 kg ;
```

ภาพที่ 4.1 ชุดข้อมูลที่ได้จากเซนเซอร์ทุกตำแหน่ง

4.1.2 การส่งข้อมูลระหว่างเซนเซอร์ไปฐานข้อมูลคลาวเซิร์ฟเวอร์ (Cloud Server)

การส่งข้อมูล จากเซนเซอร์ไปยังไมโครคอนโทรเลอร์และส่งต่อไปยังฐานข้อมูลคลาวด์เซิร์ฟเวอร์ (Cloud Server) เริ่มจากการกำหนด ID ให้กับเซนเซอร์และพื้นในแต่ละแผ่นโดยกำหนด Set คือบอร์ดที่ 1 – 4 และกำหนด ID ให้กับเซนเซอร์ Sensor 1, Sensor 2, Sensor 3, Sensor 4, Sensor 5 ของทั้ง 4 บอร์ด การทำงานคือเซนเซอร์จะส่งข้อมูลเป็นค่าน้ำหนักที่แสดงเป็นตัวเลขไปเก็บไว้ที่ คลาวเซิร์ฟเวอร์ (Cloud Server) ดังภาพที่ 4.2



ภาพที่ 4.2 ค่าน้ำหนักที่ได้จากเซนเซอร์ 5 ตำแหน่ง จำนวน 4 บอร์ด

การส่งค่าของแต่ละตำแหน่งไปคลาวด์เซิร์ฟเวอร์ (Cloud Server) เริ่มจากเชื่อมต่อกับฐานข้อมูลโดยกำหนดให้ Hosting ใช้ FIREBASE HOST ในการ Deploy เว็บแอพพลิเคชั่น ดังภาพที่ 4.3 ต่อมาคือการกำหนดชุดข้อมูลเป็น SET ในแต่ละ SET จะบอกถึงน้ำหนักของเซนเซอร์ทั้ง 5 ตัว ในการรับค่าน้ำหนักมาเพื่อใช้ในการประมวลผลและจากตัวอย่างโค้ด จะใช้การรับ – ส่งข้อมูลแบบ json เนื่องจากชุดข้อมูลที่ส่งมีขนาดเล็กและการทำงานของ json สามารถรับส่งข้อมูลได้หลายรูปแบบ ทำให้ง่ายในการนำข้อมูลมาประมวลผล ดังภาพที่ 4.4

```
#define FIREBASE_HOST "smfesp32.firebaseio.com"
#define FIREBASE_AUTH "EGI9UCIsGzztao9ohPlzYfZlt5hbKIVILaPkdkEw"

#define WIFI_SSID "No-Internet access" //SSID WIFI
#define WIFI_PASSWORD "7891212000BBB"  //PASSWORD
```

ภาพที่ 4.3 โค้ดการตรวจสอบการเชื่อมต่อกับฐานข้อมูล

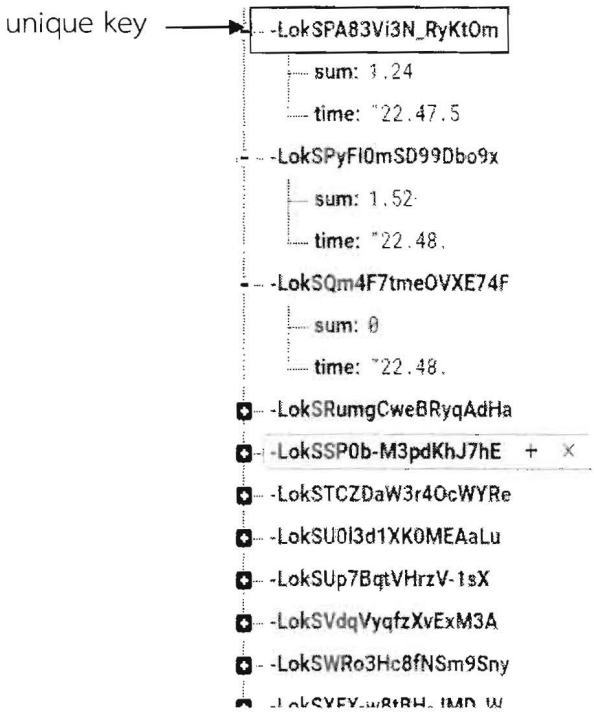
```
  Firebase.setFloat("Set1/sensor1", data[0]); delay(10);
  Firebase.setFloat("Set1/sensor2", data[1]); delay(10);
  Firebase.setFloat("Set1/sensor3", data[2]); delay(10);
  Firebase.setFloat("Set1/sensor4", data[3]); delay(10);
  Firebase.setFloat("Set1/sensor5", data[4]); delay(10);

  StaticJsonBuffer<200> jsonBuffer;
  JsonObject& root = jsonBuffer.createObject();

  root["time"] = getTime();
  Firebase.push("Set1", root);
}
String getTime() {
  String _time = "";
  timeClient.update();
  _time = String(timeClient.getHours() + 6) + ":" + String(timeClient.getMinutes()) + ":" + String(timeClient.getSeconds());
  return _time;
}
```

ภาพที่ 4.4 โค้ดการส่งค่าเป็น SET คือชุดข้อมูลของเซนเซอร์ในแต่ละ ID

4.1.3 การตั้งค่าการเชื่อมต่อฐานข้อมูล Cloud Firebase ในการใช้งาน Web Application จำเป็นอย่างยิ่งที่จะใช้ Host ในการจัดการข้อมูลและการจัดการข้อมูลที่ได้มา ระบบเลือกใช้ Cloud Firebase ในการจัดการ โดยเก็บข้อมูลของชุดข้อมูลทุกตำแหน่งแบบ Realtime ดังภาพที่ 4.5

ภาพที่ 4.5 การออกแบบฐานข้อมูลบน Firebase

จากภาพจะเห็นว่า การออกแบบฐานข้อมูลจะกำหนดชุดข้อมูลโดยใช้ตัวแปร SET1 – SET4 คือ การดำเนินการของพื้นจำนวนทั้งหมด 4 บอร์ด ในแต่ละบอร์ดจะมีการกำหนด ID ให้กับเซนเซอร์ของพื้นทุกตำแหน่ง ค่า sum คือ นำหนักที่ได้ และ time คือ เวลา ที่ได้รับน้ำหนัก ซึ่งจะสร้าง Message id (unique key) ของเซนเซอร์แต่ละตัว เพื่อให้ง่ายในการดึงข้อมูลมาใช้งาน ดังภาพที่ 4.6

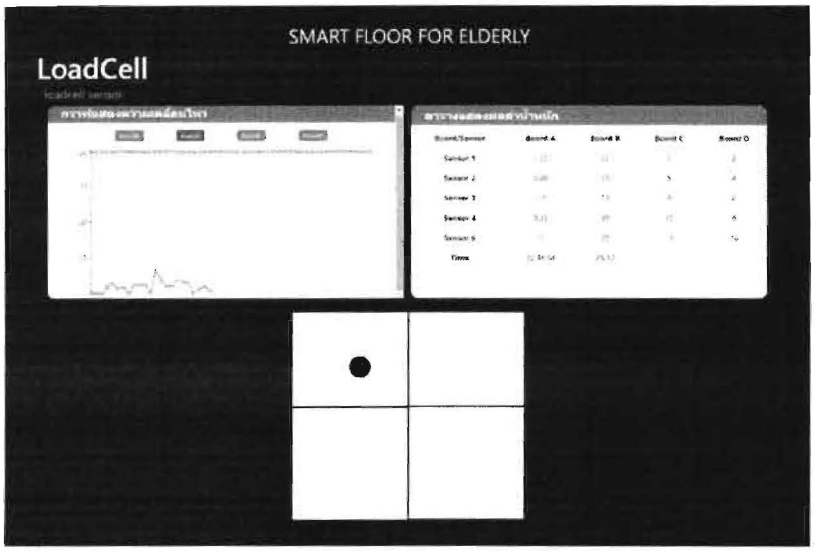


ภาพที่ 4.6 การจัดเก็บข้อมูลใน Firebase

4.2 ผลการพัฒนาระบบและทดสอบระบบ

4.2.1 ผลการพัฒนาระบบ

4.2.1.1 การใช้งานระบบ จะเป็นหน้าจอหลักเมื่อเปิดเข้าใช้งาน จะมีการแสดงผลให้เห็นข้อมูล 3 ส่วน ดังภาพที่ 4.7



ภาพที่ 4.7 หน้าหลักของระบบ

อธิบายการทำงานของหน้าจอทั้ง 3 ส่วน ดังนี้ ส่วนที่ 1 อธิบายในส่วนของกราฟที่แสดงผลการรับค่าน้ำหนักที่เซนเซอร์ในทุกตำแหน่ง เมื่อเกิดแรงกดขึ้นกับพื้นเซนเซอร์จะมีการเคลื่อนไหว เปลี่ยนแปลง รับค่าทุก ๆ 3 วินาที หากไม่มีการผิดปกติ กราฟจะแสดงค่าเป็นสีเขียว ดังภาพที่ 4.8

ภาพที่ 4.8 หน้าจอสำหรับดูข้อมูลความเปลี่ยนแปลงแบบ Real Time ชนิดกราฟ

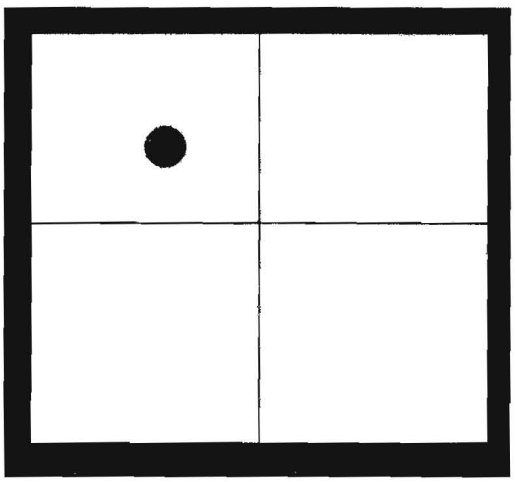
อธิบายการทำงานบนหน้าจอหลักในส่วนที่ 2 ระบบจะสามารถทราบค่าน้ำหนักที่ได้จากแรงกดเช่นเดียวกันกับกราฟ ดังภาพที่ 4.8 แต่ในส่วนนี้จะทำให้เราทราบน้ำหนักที่ได้และสามารถนำน้ำหนักที่ได้มาคำนวณหาตำแหน่ง ได้ ดังภาพที่ 4.9

ตารางแสดงผลค่าน้ำหนัก

Board/Sensor	Board A	Board B	Board C	Board D
Sensor 1	0	0	1.21	0
Sensor 2	1.25	0	0	0
Sensor 3	32.2	0	0	0
Sensor 4	11.2	1.23	0	0
Sensor 5	9.52	0	0	0
Time	22.48.48			

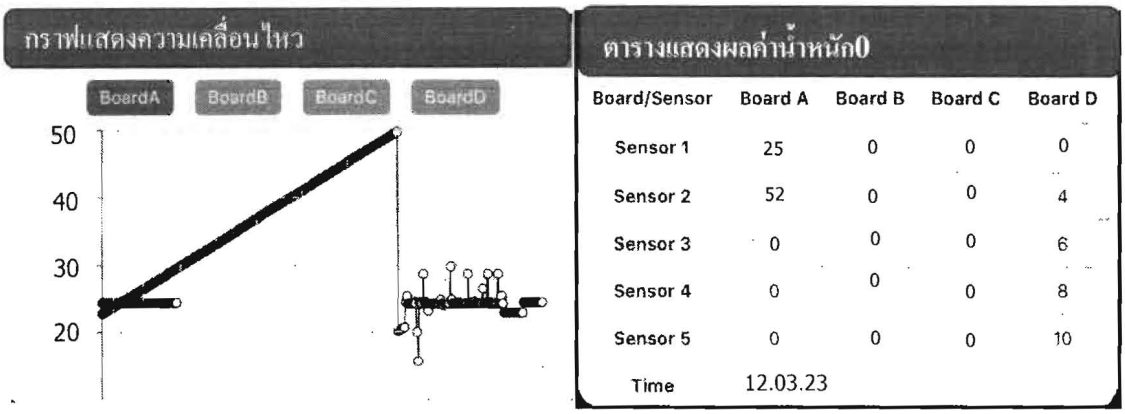
ภาพที่ 4.9 ผลค่านำหนักที่ได้จากเซนเซอร์เมื่อได้รับแรงกด

อธิบายการทำงานบนหน้าจอหลักในส่วนที่ 3 ระบบจะสามารถแสดงตำแหน่งของวัตถุที่ได้รับค่าน้ำหนักจากเซนเซอร์แล้วนำค่าที่ได้มาประมวลผล เพื่อแสดงจุดตำแหน่งของวัตถุนั้นได้ ดังภาพที่ 4.10



ภาพที่ 4.10 ตำแหน่งของวัตถุที่เซนเซอร์ได้รับค่าน้ำหนักจากแรงกด

อธิบายการทำงานของภาพที่ 4.11 การแสดงผลของทั้งสองส่วนบนหน้าจอหลักทำให้ทราบว่า เมื่อมีค่าน้ำหนักที่ผิดปกติมาก ๆ จะทำให้กราฟมีค่าสูงขึ้นเกินกว่าเซนเซอร์ตำแหน่งอื่น ๆ



ภาพที่ 4.11 ผลการทดสอบระบบที่เกิดความผิดพลาดจากค่าน้ำหนักที่สูง

4.2.2 ผลการทดสอบประสิทธิภาพของระบบ

จากการทดสอบประสิทธิภาพของระบบผู้วิจัยได้แบ่งการทดสอบประสิทธิภาพของข้อมูลออกเป็น 2 แบบ คือ 40: 10 แบ่งเป็นชุดข้อมูลการเรียนรู้ 40 ชุด ชุดข้อมูลทดสอบ 10 ชุด และ 30: 20 แบ่งเป็นชุดข้อมูลการเรียนรู้ 30 ชุดข้อมูลทดสอบ 20 ชุด จากข้อมูลที่ได้จากการทดสอบทั้งหมดจำนวน 50 ชุดข้อมูล ซึ่งได้นำข้อมูลดังกล่าวมาใช้ในการคำนวณเพื่อหาสมการที่ดีที่สุดสำหรับใช้ในการทดสอบการแบ่งกลุ่มของวัตถุที่อยู่บนพื้น ในงานวิจัยได้นำเทคนิคเคเนียเรสเนเบอร์ (K-Nearest Neighbor) มาใช้ในการประมวลผล โดยการนำน้ำหนักที่ใช้สำหรับการเรียนรู้มาประมวลผลด้วยการกำหนดคลาส (Class) และกำหนดบอร์ด เพื่อให้ทราบว่าน้ำหนักที่ได้มีความใกล้เคียงกับเซนเซอร์ตำแหน่งใดมากที่สุด จากข้อมูลทั้งหมดของบอร์ดแต่ละบอร์ด จะมีทั้งหมด 16 คลาส (Class) 4 บอร์ด ดังตารางที่ 4.1 - 4.4 นำมาประมวลผล โดยวัดค่าความถูกต้อง และค่าความแม่นยำ เท่ากับร้อยละ 100 ทั้ง 2 แบบ

ตารางที่ 4.1 ข้อมูลน้ำหนักจากชุดข้อมูลการเรียนรู้ทั้งหมด 40 ตำแหน่ง

ตำแหน่ง	AS1	AS2	AS3	AS4	AS5	BS1	BS2	BS3	BS4	BS5	CS1	CS2	CS3	CS4	CS5	DS1	DS2	DS3	DS4	DS5	CLASS	BOARD
1	1	11.3	16.5	11.5	0	0	0	0	0	0	0	0.11	0	0	0	0	0	0	0	0	A1	A
2	0	0	0.5	28.87	0	0	0	0	0	0	0	42.56	15.2	0	0	0	0	0	0	0	C1	C
3	0	0	0	0	0	0	0	0	1.23	0	0.1	0	0	0	1.2	1.02	10.21	46.28	1.98	0	D1	D
4	0	0	0	0	0	0	0	2.35	0.84	42.25	0	0	0	0	0	45.3	1.28	2.56	0	0	D2	D
5	1.1	0	0	0	0	29.56	0	22.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.22	0	0	B2	B
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.33	0	0	0	0	0	2.5	0	20.87	0	18.95	D3	D
7	23.56	0	15.2	2.5	0	0	23.78	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	A3	A
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.59	0.21	48.23	0.1	1.2	0	0	0	3.97	0	C3	C
9	0	1	34	18.81	2.5	0	1	0	4.3	0	2.2	19.88	1.22	0	0	0	1.12	0	0	0	A4	A
10	1.3	0	2.3	0	39.52	0	0	1.02	48.23	27.23	48.22	27.23	1.42	0	1.02	0.12	48.23	4.82	1	0	D1	D
11	0	1	0	2.44	0	0	0	0	0	0	0	0	6.25	42.3	2.3	0	0	0	0.23	0	C4	C
12	18.59	19.5	33.54	1.88	0	0	1.57	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	A2	A
13	0	0	0	0	0	0	0	15	0	0.1	0	0	0	0	30.25	0	0	3.25	42.35	0.1	D4	D
14	0	0	0	0	0	15.75	0	17.2	0	12.5	0	0	0	0	0	20.3	0	0	0	0	B3	B
15	2	0	1.2	0	15.2	0	1.12	11.2	32.5	0	17.5	0	0	0	0	1.05	18.4	0	0	0	B1	B
16	0	0	0	0	18.98	0	0	0	2.36	0	33.58	0	33	0	1.1	0	34.21	3.28	1.97	0	C3	C
17	0	0	0	0	1.89	0	0	0	1.2	0	1.02	0	1.23	0	18.6	0	1.58	0	0	0	D1	D
18		0	31.21	0	32.6	0	1.25		10.01	0	33.05	0	0	0	0	0	33.74	0	0	0	A3	A
19	0	0	2.3	29.65	1.87	0	0	0	0.2	0	1.3	37.48	32.12	0	0	0	0.89	0	0	0	C2	C
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30.81	1.8	38.2	0	0	0	36.45	0	C4	C
21	0	0	0	0	30.5	0	0	1.02	28.96	0	33.02	0	0	0	0	1.34	38.6	29.58	0	0	D2	D

ตารางที่ 4.1 ข้อมูลน้ำหนักจากชุดข้อมูลการเรียนรู้ทั้งหมด 40 ตำแหน่ง (ต่อ)

ตำแหน่ง	AS1	AS2	AS3	AS4	AS5	BS1	BS2	BS3	BS4	BS5	CS1	CS2	CS3	CS4	CS5	DS1	DS2	DS3	DS4	DS5	CLASS	BOARD
22	0	0	0	0	13.8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18.25	0	0	30.74	35.85	0	D4	D
23	31.25	0	0.23	0	1.56	0	39.85	28.52	0.36	0	1.15	0	0	0	0	0	0.14	0	0	0	B1	B
24	0	0	0	3.5	0	0	0	0	0	0	0	5.14	36.27	30.42	0	0	0	0	0	0	C1	C
25	0	0	0	0	0	0	0	40.25	0	5.2	0	0	0	0	0	0	0	36.25	0	11.28	D3	D
26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29.65	0	0	0	0	1.56	0	0	C3	C
27	25.32	0	0	0	0	0	40.85	29.54	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	B2	B
28	0	1.3	32.01	29.86	0	0	0	0	0	0	0	30.14	0	0	0	0	0	0	0	0	A1	A
29	0.23	40.23	14.65	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	A2	A
30	0	0	12.98	1.2	30.2	0	0	0	0	0	39.62	1.32	1.63	0	0	0	39.47	0	0	0	C2	C
31	0	0	0	0	0	13.56	0	0	0	5.2	0	0	0	0	0	8.74	0	0	0	0	B3	B
32	0	0	0	0	32.2	0	0	30.25	28.65	1.51	33.02	0	0	0	0	2.1	21.04	1.24	0	0	B4	B
33	0	0	0	0	9.85	0	0	0	10.36	6.48	8.65	0	0	0	0	9.56	8.83	42.65	0	0	D2	D
34	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.3	42.52	29.87	1.65	0	0	0	1.89	0	C4	C
35	0	0	0	12.53	13.85	0	0	0	0	0	10.25	9.58	38.98	0	0	0	2.3	0	0	0	C2	C
36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	42.36	1.32	1.02	D4	D
37	0	0	0	0	0	0	0	30.25	28.65	1.51	33.02	0	0	0	0	2.1	21.04	1.24	0	0	B4	B
38	19.13	0	20.36	0	0	0	23.78	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	A3	A
39	0	0	0	0	1.89	0	0	0	1.2	0	1.02	0	1.23	0	18.6	0	1.58	0	0	0	D1	D
40	8.65	0	0	0	0	9.56	8.83	42.65	0	0	0	0	0	0	9.85	0	0	0	10.36	6.48	B2	B

ตารางที่ 4.2 ข้อมูลน้ำหนักจากชุดข้อมูลที่ใช้ในการทดสอบทั้งหมด 10 ตำแหน่ง

ตำแหน่ง	AS1	AS2	AS3	AS4	AS5	BS1	BS2	BS3	BS4	BS5	CS1	CS2	CS3	CS4	CS5	DS1	DS2	DS3	DS4	DS5
1	1	11.3	16.5	11.5	0	0	0	0	0	0	0	0.11	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	32.2	0	0	30.25	28.65	1.51	33.02	0	0	0	0	2.1	21.04	1.24	0	0
3	18.59	19.5	20.5	1.88	0	0	1.57	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	2	0	1.2	0	5.2	0	1.12	11.2	32.5	0	17.5	0	0	0	0	1.05	18.4	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	1.23	0	0.1	0	0	0	1.2	1.02	10.21	46.28	1.98	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.59	0.01	48.23	0.1	2.2	0	0	0	0.07	0
7	0	0	0.5	23.87	0	0	0	0	0	0	0	42.56	11.2	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.33	0	0	0	0	0	11.5	0	30.87	0	8.95
9	0	1.1	0	2.44	0	0	0	0	0	0	0	0	6.25	42.3	2.3	0	0	0	0.23	0
10	0	0	0	0	9.85	0	0	0	10.36	6.48	8.65	0	0	0	0	9.56	8.83	42.65	0	0

ตารางที่ 4.3 ข้อมูลน้ำหนักจากชุดข้อมูลการเรียนรู้ทั้งหมด 30 ตำแหน่ง

ตำแหน่ง	AS1W	AS2W	AS3W	AS4W	AS5W	BS1W	BS2W	BS3W	BS4W	BS5W	CS1W	CS2W	CS3W	CS4W	CS5W	DS1W	DS2W	DS3W	DS4W	DS5W	CLASS	Board
1	1	11.3	16.5	11.5	0	0	0	0	0	0	0	0.11	0	0	0	0	0	0	0	0	A1	A
2	0	0	0.5	28.87	0	0	0	0	0	0	0	42.56	15.2	0	0	0	0	0	0	0	C1	C
3	0	0	0	0	0	0	0	0	1.23	0	0.1	0	0	0	1.2	1.02	10.21	46.28	1.98	0	D1	D
4	0	0	0	0	0	0	0	2.35	0.84	42.25	0	0	0	0	0	45.3	1.28	2.56	0	0	D2	D
5	1.1	0	0	0	0	29.56	0	22.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.22	0	0	B2	B
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.33	0	0	0	0	0	2.5	0	20.87	0	18.95	D3	D
7	23.56	0	15.2	2.5	0	0	23.78	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	A3	A
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.59	0.21	48.23	0.1	1.2	0	0	0	3.97	0	C3	C
9	0	1	34	18.81	2.5	0	1	0	4.3	0	2.2	19.88	1.22	0	0	0	1.12	0	0	0	A4	A
10	1.3	0	2.3	0	39.52	0	0	1.02	48.23	27.23	48.22	27.23	1.42	0	1.02	0.12	48.23	4.82	1	0	D1	D
11	0	1	0	2.44	0	0	0	0	0	0	0	0	6.25	42.3	2.3	0	0	0	0.23	0	C4	C
12	18.59	19.5	33.54	1.88	0	0	1.57	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	A2	A
13	0	0	0	0	0	0	0	15	0	0.1	0	0	0	0	30.25	0	0	3.25	42.35	0.1	D4	D
14	0	0	0	0	0	15.75	0	17.2	0	12.5	0	0	0	0	0	20.3	0	0	0	0	B3	B
15	2	0	1.2	0	15.2	0	1.12	11.2	32.5	0	17.5	0	0	0	0	1.05	18.4	0	0	0	B1	B
16	0	0	0	0	18.98	0	0	0	2.36	0	33.58	0	33	0	1.1	0	34.21	3.28	1.97	0	C3	C
17	0	0	0	0	1.89	0	0	0	1.2	0	1.02	0	1.23	0	18.6	0	1.58	0	0	0	D1	D
18		0	31.21	0	32.6	0	1.25		10.01	0	33.05	0	0	0	0	0	33.74	0	0	0	A3	A
19	0	0	2.3	29.65	1.87	0	0	0	0.2	0	1.3	37.48	32.12	0	0	0	0.89	0	0	0	C2	C
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30.81	1.8	38.2	0	0	0	36.45	0	C4	C
21	0	0	0	0	30.5	0	0	1.02	28.96	0	33.02	0	0	0	0	1.34	38.6	29.58	0	0	D2	D
22	0	0	0	0	13.8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18.25	0	0	30.74	35.85	0	D4	D
23	31.25	0	0.23	0	1.56	0	39.85	28.52	0.36	0	1.15	0	0	0	0	0	0.14	0	0	0	B1	B
24	0	0	0	3.5	0	0	0	0	0	0	0	5.14	36.27	30.42	0	0	0	0	0	0	C1	C
25	0	0	0	0	0	0	0	40.25	0	5.2	0	0	0	0	0	0	0	36.25	0	11.28	D3	D

ตารางที่ 4.3 ข้อมูลน้ำหนักจากชุดข้อมูลการเรียนรู้ทั้งหมด 30 ตำแหน่ง (ต่อ)

ตำแหน่ง	AS1W	AS2W	AS3W	AS4W	AS5W	BS1W	BS2W	BS3W	BS4W	BS5W	CS1W	CS2W	CS3W	CS4W	CS5W	DS1W	DS2W	DS3W	DS4W	DS5W	CLASS	Board
26	0	0	0	0	32.2	0	0	30.25	28.65	1.51	33.02	0	0	0	0	2.1	21.04	1.24	0	0	B4	B
27	25.32	0	0	0	0	0	40.85	29.54	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	B2	B
28	0	1.3	32.01	29.86	0	0	0	0	0	0	0	30.14	0	0	0	0	0	0	0	0	A1	A
29	0.23	40.23	14.65	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	A2	A
30	0	0	12.98	1.2	30.2	0	0	0	0	0	39.62	1.32	1.63	0	0	0	39.47	0	0	0	C2	C

ตารางที่ 4.4 ข้อมูลน้ำหนักจากชุดข้อมูลการทดสอบทั้งหมด 20 ตำแหน่ง

ตำแหน่ง	AS1W	AS2W	AS3W	AS4W	AS5W	BS1W	BS2W	BS3W	BS4W	BS5W	CS1W	CS2W	CS3W	CS4W	CS5W	DS1W	DS2W	DS3W	DS4W	DS5W
1	1	11.3	16.5	11.5	0	0	0	0	0	0	0	0.11	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	32.2	0	0	30.25	28.65	1.51	33.02	0	0	0	0	2.1	21.04	1.24	0	0
3	18.59	19.5	20.5	1.88	0	0	1.57	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	2	0	1.2	0	5.2	0	1.12	11.2	32.5	0	17.5	0	0	0	0	1.05	18.4	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	1.23	0	0.1	0	0	0	1.2	1.02	10.21	46.28	1.98	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.59	0.01	48.23	0.1	2.2	0	0	0	0.07	0
7	0	0	0.5	23.87	0	0	0	0	0	0	0	42.56	11.2	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.33	0	0	0	0	0	11.5	0	30.87	0	8.95
9	0	1.1	0	2.44	0	0	0	0	0	0	0	0	6.25	42.3	2.3	0	0	0	0.23	0
10	0	0	0	0	9.85	0	0	0	10.36	6.48	8.65	0	0	0	0	9.56	8.83	42.65	0	0
11	0	0	0	0	0	13.56	0	0	0	5.2	0	0	0	0	0	8.74	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29.65	0	0	0	0	1.56	0	0
13	0	0	0	0	9.85	0	0	0	10.36	6.48	8.65	0	0	0	0	9.56	8.83	42.65	0	0
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.3	42.52	29.87	1.65	0	0	0	1.89	0

ตารางที่ 4.4 ข้อมูลน้ำหนักจากชุดข้อมูลการทดสอบทั้งหมด 20 ตำแหน่ง (ต่อ)

ตำแหน่ง	AS1W	AS2W	AS3W	AS4W	AS5W	BS1W	BS2W	BS3W	BS4W	BS5W	CS1W	CS2W	CS3W	CS4W	CS5W	DS1W	DS2W	DS3W	DS4W	DS5W
15	0	0	0	12.53	13.85	0	0	0	0	0	10.25	9.58	38.98	0	0	0	2.3	0	0	0
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	42.36	1.32	1.02
17	0	0	0	0	0	0	0	30.25	28.65	1.51	33.02	0	0	0	0	2.1	21.04	1.24	0	0
18	19.13	0	20.36	0	0	0	23.78	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	0	0	0	0	0	0	0	2.35	0.84	30.25	0	0	0	0	0	45.3	1.28	2.56	0	0
20	8.65	0	0	0	0	9.56	8.83	42.65	0	0	0	0	0	0	9.85	0	0	0	10.36	6.48

4.2.3 การแจ้งเตือนการทำงานของระบบ

เมื่อกราฟมีน้ำหนักที่ผิดปกติมากระบบจะทำการแจ้งเตือนด้วยเสียงโดยใช้ ลำโพง (Alarm) ในการแจ้งเตือนให้เกิดเสียงเพื่อให้ทราบถึงสิ่งผิดปกติบนพื้นและมีการแจ้งเตือน Notification ในเว็บแอพพลิเคชั่น

4.3 สรุปผลการดำเนินงาน

ในงานวิจัยนี้ ได้นำพื้นอัจฉริยะมาประยุกต์ใช้ในผู้สูงอายุเพื่อลดการเกิดปัญหาก่อให้เกิดอุบัติเหตุขึ้นแล้วไม่มีใครรับรู้ ทำให้สามารถเข้าช่วยเหลือผู้สูงอายุได้ทันท่วงที ไม่เกิดการสูญเสียตามมา เพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว ในบทความนี้ได้ดำเนินการ จัดทำอุปกรณ์ พื้นอัจฉริยะ สำหรับอำนวยความสะดวกให้กับผู้สูงอายุที่อาศัยอยู่บ้านเพียงลำพัง และเพื่อแจ้งเตือนให้กับบุคคลใกล้ชิดได้สามารถรับทราบความผิดปกติของสิ่งที่เกิดขึ้นภายในบ้านได้ จากการนำค่าน้ำหนักที่ผิดปกติมาประมวลผลของการเดินบนพื้นในแต่ละจุดได้ เมื่อพิจารณาจากค่าเซนเซอร์ที่ได้ทุกตำแหน่งในชุดข้อมูลเรียนรู้และข้อมูลทดสอบทั้งหมด 50 ตำแหน่ง ทำให้สามารถระบุได้ว่าลักษณะการเดินของแต่ละบุคคลมีความแตกต่างกัน ซึ่งในการประมวลผลการเดินในแต่ละครั้งค่าน้ำหนักที่เดินปกติส่วนใหญ่จะมีค่าน้ำหนักเฉลี่ยในทุก ๆ ตำแหน่งเสมอ แต่หากมีลักษณะการเดินที่ผิดปกติค่าน้ำหนักที่ได้ของเซนเซอร์ที่มีตำแหน่งใกล้เคียงกันนั้น มีค่าน้ำหนักแตกต่างกันอย่างสิ้นเชิง และค่าน้ำหนักที่ได้ไม่กระจายตัวส่วนมากมักจะเกาะกลุ่มแสดงเฉพาะตำแหน่งที่ส่วนของร่างกายสัมผัสในแนวราบเท่านั้น เมื่อผิดปกติจะเกิดเสียงแจ้งเตือนในการวิจัยนี้ใช้การแจ้งเตือนด้วยเสียงโดยใช้ ลำโพง (Buzzer) แจ้งเตือนเมื่อผิดปกติและแจ้งเตือนไปยังเว็บแอพพลิเคชั่นเพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถตรวจสอบข้อมูลได้ง่าย

ในการทดสอบทั้ง 2 แบบ โดยการทดสอบจากชุดข้อมูลการเรียนรู้ต่อชุดข้อมูลการทดสอบ 40: 10 และ 30: 20 เพื่อให้เกิดค่าความแม่นยำและน่าเชื่อถือได้ จากการทดสอบพบว่า มีค่าความถูกต้อง (Accuracy) เท่ากับร้อยละ 100 และค่าความแม่นยำ (Precision) เท่ากับร้อยละ 100 ในอนาคตควรมีการเพิ่มบอร์ดที่ใช้ในการทดลองเพิ่มขึ้น เพื่อให้เกิดความน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น เนื่องจากในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้ทำการทดลองโดยใช้บอร์ดเพียง 4 บอร์ด ซึ่งอาจจะทำให้ข้อมูลน้อยเกินไปในการทดลอง

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

ในบทนี้เป็นส่วนของการสรุปผลการดำเนินการวิจัย ตั้งแต่การรวบรวมปัญหาที่เกิดขึ้นกับผู้สูงอายุ การออกแบบรวมไปถึงการพัฒนาและทดสอบระบบ ประกอบด้วยปัญหาและอุปสรรคที่พบระหว่างดำเนินงาน ข้อเสนอแนะ และแนวทางในการพัฒนาในอนาคต มีรายละเอียดดังนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาปัญหาที่พบของผู้สูงอายุในปัจจุบันพบว่าปัญหาการล้มของผู้สูงอายุเป็นหนึ่งสาเหตุที่ทำให้เกิดการสูญเสียได้ง่าย ซึ่งปัญหาการล้ม อาจเกิดจากสาเหตุการป่วยแล้วเกิดอุบัติเหตุลื่นล้ม สะดุดล้ม โดยกลุ่มคนดังกล่าวมีความเสี่ยงที่จะเกิดการเป็นอัมพาตได้สูงกว่ากลุ่มวัยอื่น ๆ อุบัติเหตุเกี่ยวกับการล้มมักจะเกิดในบริเวณที่ผู้สูงอายุอยู่เพียงคนเดียว ซึ่งแม้ว่าจะมีผู้ที่คอยดูแลอย่างใกล้ชิดตลอดเวลาแต่ไม่สามารถได้รับการช่วยเหลือได้ทันที ในปัจจุบันได้มีนวัตกรรมต่าง ๆ ที่คิดค้นเพื่อเข้ามาช่วยสร้างความปลอดภัยในระดับหนึ่งแต่ยังไม่มีระบบการแจ้งเตือนได้ จึงเปลี่ยนที่จะนำเอาเทคโนโลยีการตรวจจับการล้มบนพื้นและการระบุตำแหน่งที่อยู่ของผู้สูงอายุมาประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์มากยิ่งขึ้นในการพัฒนาระบบและอุปกรณ์ โดยการศึกษาจากงานวิจัยของผู้ที่เคยทำมาก่อนหน้าทำให้ทราบถึงหลักการออกแบบในการกำหนดตำแหน่งของเซนเซอร์และการรับค่าน้ำหนักเพื่อนำมาปรับใช้ในการออกแบบอุปกรณ์สำหรับผู้สูงอายุ

หลังจากการพัฒนาระบบและทดสอบวิธีการรับส่งค่าน้ำหนักจากเซนเซอร์ไปยังฐานข้อมูลทำให้ได้ผลการทดสอบว่า อุปกรณ์สามารถระบุตำแหน่งของวัตถุที่อยู่บนพื้นได้ โดยอาศัยน้ำหนักจากแรงกดของวัตถุที่กระทบกับพื้นเมื่อได้ค่าน้ำหนักจะสามารถระบุตำแหน่งด้วยการใช้เคเนียเรสเนเบอร์ (K-Nearest Neighbor) คำนวณหาตำแหน่งของวัตถุต่อเซนเซอร์ในทุกตำแหน่ง ซึ่งจากตำแหน่งที่ทดสอบเปรียบเทียบกับทุกตำแหน่งการเรียนรู้ทำให้สามารถทำนายตำแหน่งได้จากค่าน้ำหนัก กล่าวคือ ตำแหน่งทดสอบที่ 10 ตำแหน่ง เปรียบเทียบกับตำแหน่งการเรียนรู้ทั้ง 40 ตำแหน่ง ทำให้ทราบว่า น้ำหนักที่ได้จากเซนเซอร์ในแต่ละตัวสามารถบอกได้ว่าวัตถุอยู่ใกล้กับเซนเซอร์ตัวใดมากที่สุดและทำให้สามารถระบุตำแหน่งของวัตถุได้จากคลาสที่กำหนดโดยชุดข้อมูลการเรียนรู้ และมีผลการประเมินคือ มีค่าความถูกต้อง (Accuracy) เท่ากับร้อยละ 100 และค่าความแม่นยำ (Precision) เท่ากับร้อยละ 100

5.2 ปัญหาและอุปสรรค

5.2.1 การออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์ต้นแบบค่อนข้างมีความซับซ้อน เนื่องจากสายของ Load cell ค่อนข้างเล็กทำให้จำเป็นต้องใช้เวลาในการทำงานที่ค่อนข้างละเอียด

5.2.2 เนื่องจากการรับค่าน้ำหนักแบบ Real time อาจจะทำให้ระบบประมวลผลช้าจึงจำเป็นต้องลดการเคลื่อนไหวของข้อมูลให้มีการหน่วงเวลา (Delay) โดยประมาณ 3-5 วินาที

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 ควรปรับปรุงการแสดงผลโดยการแสดงเป็นตำแหน่งที่ให้ผู้ใช้งานได้ดูข้อมูลที่ง่ายมากขึ้น

5.3.2 ควรมีการเก็บข้อมูลรายบุคคลไว้ในฐานข้อมูล เช่น ชื่อ-สกุล ภาพถ่าย น้ำหนักส่วนสูง เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาประมวลผลการหาค่าความผิดปกติได้ง่ายมากยิ่งขึ้น

5.3.3 ควรมีการจัดเก็บลักษณะท่าทางการเดินที่ผิดปกติ เช่น พบลักษณะการเดินกระเผลก เดินทรงตัวไม่ดี การเดินลากเท้า ก้าวสั้น ก้าวยาว ไม่สม่ำเสมอ ซึ่งจะนำไปสู่การวินิจฉัยโรคทางการแพทย์ในอนาคตได้อีกด้วย

เอกสารอ้างอิง

เอกสารอ้างอิง

[1] มูลนิธิสถาบันวิจัยและพัฒนาผู้สูงอายุไทย. (2561). "รายงานสถานการณ์ผู้สูงอายุ พ.ศ. 2556", http://thaitgri.org/?p=36172. พฤษภาคม, 2561.

[2] บริษัท Fist class smart home Phuket. (2559). "บ้านอัจฉริยะ Smarthome คือ", https://www.smarthomephuket.com/2015/. พฤษภาคม, 2561.

[3] ถิรพิรุฬห์ ทองคำวิฑูรย์. "เทคโนโลยี Internet of Things และข้อเสนอแนะในการบริหารคลื่นความถี่ในประเทศไทย Internet of Things and Regulatory Guidelines for Spectrum Management in Thailand", **วารสารวิชาการ กสทช.** 1(2559): 167-195; ธันวาคม, 2559.

[4] บริษัท แฟ็คโตมาร์ท จำกัด. (2559). "โหลดเซลล์และการชั่งน้ำหนักในงานอุตสาหกรรม", **Factomart Industrial Product Marketplace.** https://mall.factomart.com/category/load-cell-weighing/. พฤษภาคม, 2561.

[5] บริษัท เคเอ็มยู เทคโนโลยี จำกัด. (2552). "Load Cell และ HX711 กับ Arduino", **Kmu Technology.** http://www.siamwebtemplate.com/demo/00042/. มิถุนายน, 2561.

[6] ครูสุริยา ศรีวิเศษ. (2561). "ลำโพงบัซเซอร์ (Buzzer)", https://sites.google.com/site/mikhorkhxnthorllexr1/la-pho-ngbas-sexr-buzzer. มิถุนายน, 2562.

[7] บริษัท ไทยเดต้าเอ็นเตอร์ไพรส์ จำกัด. "Cloud Server Technology", **THAI DATA ENTERPRISE.** https://www.thaidatahosting.com/cloud-service/cloud-server/. มิถุนายน, 2561.

[8] Niphon Jobsri. (2009). "Firebase Google – App success made simple", **Blog all about digital things.** https://www.thaidatahosting.com/cloud-service/cloud-server/. June 20, 2018.

[9] โกเมศ อัมพวัน. (2552). "การจำแนกประเภทและการทำนายข้อมูล (Classification and Prediction)", **Data mining-การทำเหมืองข้อมูล.** https://staff.informatics.buu.ac.th/~komate/886452/data%20warehouse-full.pdf. 10 มิถุนายน, 2561.

[10] สุรพงค์ เอื้อวัฒนามงคล. **การทำเหมืองข้อมูล.** กรุงเทพฯ: สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์, 2016.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

[11] Jeffrey, P. "Sensitivity and specificity", **Statistical measurement**. https://en.wikipedia.org/wiki/Sensitivity_and_specificity. January 20, 2019.

[12] เมธีนัทธ์ คำเพราะ. **การพัฒนาระบบติดตามและแจ้งเตือนสำหรับบ้านอัจฉริยะโดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตในทุกสิ่ง**. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยบูรพา, 2557.

[13] Ricardo Goncalves and et al. (2013). "Smart Floor: Indoor navigation based on RFID", **Researchgate**. https://www.researchgate.net/publication/259469879_Smart_Floor_Indoor_navigation_based_on_RFID. May, 2018.

[14] Lih-Jen Kau, et al. "A Smart Phone-Based Pocket Fall Accident Detection, Positioning, and Rescue System", **IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics**. 19(1): 344; June, 2014.

[15] Amman, Jordan Leicester. "Indoor Human Detection and Tracking Using Advanced Smart floor", In **International Conference on Information and Communication Systems (ICICS)**. P. 34-39. Philadelphia: Philadelphia University, 2013.

[16] Angel Ramos and Antonio Lazaro. "Time-domain UWB RFID tags for smart floor applications", In **RFID Technology and applications Conference (RFID-TA)**. P. 165-169. Tampere: Tampere University, 2014.

[17] Ludovic Minvielle, et al. "Fall Detection Using Smart Floor Sensor and Supervised Learning", In **2017 39th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC)**. P. 3445-3448. Jeju Island: International Convention Center (ICC), 2017.

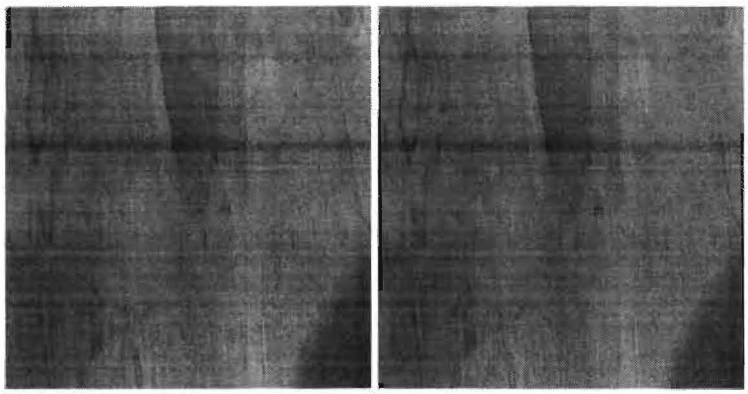
[18] Ben Heller, Terry Senior and Jon Wheat. "Smart Floor with Integrated Triboelectric Nanogenerator As Energy Harvester and Motion Sensor", **ACS Appl Mater Interfaces**. 9(31): 26126–26133; August, 2017.

ภาคผนวก

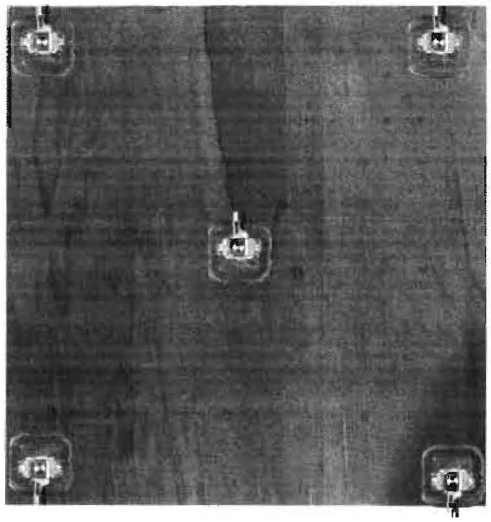
ภาคผนวก ก
การออกแบบและพัฒนาพื้น

การออกแบบและพัฒนาพื้น

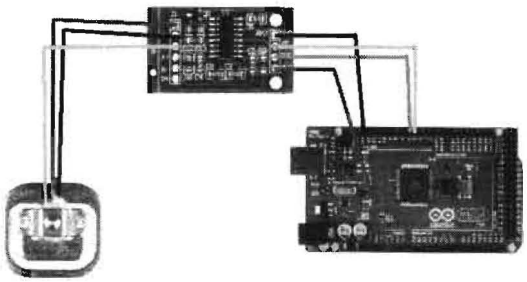
1. เตรียมพื้นขนาด 80 X 80 เซ็นติเมตร



2. ติดตั้งเซนเซอร์กับพื้นไม้ ทั้ง 5 จุด



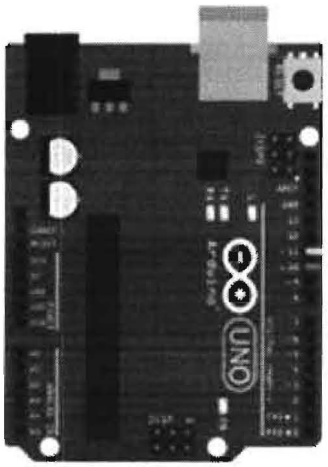
3. การต่อเซนเซอร์ของ Loadcell แต่ละตัวกับ โมดูลขยายสัญญาน HX711

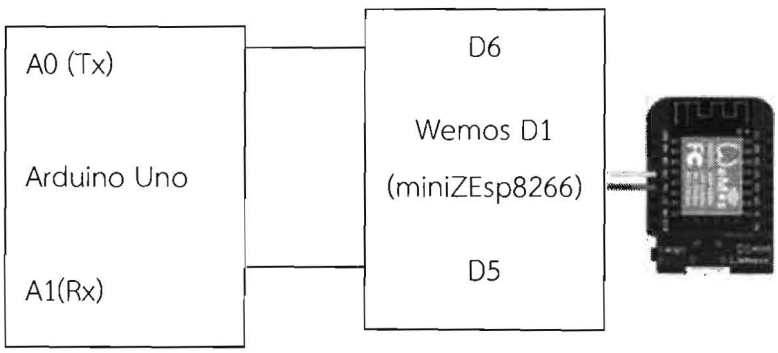


4. กำหนด ID ให้กับ เซนเซอร์ในแต่ละตำแหน่ง โดยใช้ PIN OUTPUT ดังตาราง

ตำแหน่ง	PIN SCK	PIN DT	- +
Sensor 1	9	8	GND / 3.3V
Sensor 2	13	12	GND / 3.3V
Sensor 3	7	6	GND / 3.3V
Sensor 4	5	4	GND / 3.3V
Sensor 5	2	3	GND / 3.3V

5. ต่อ ESP8266 กับ Arduino UNO เพื่อส่งข้อมูลขึ้น Firebase

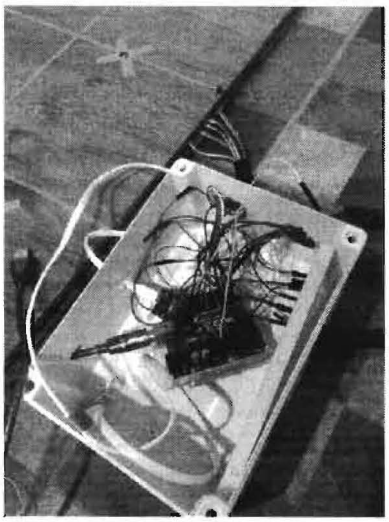




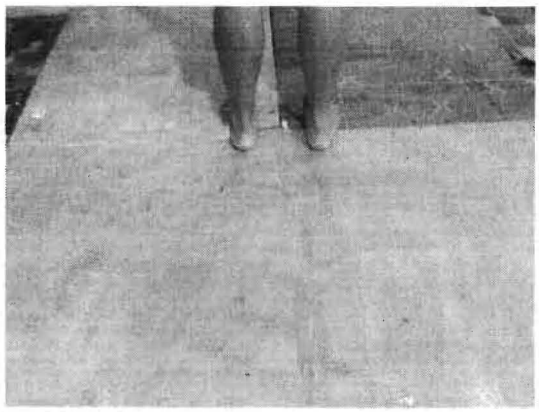
ภาคผนวก ข
การทดลองใช้งานระบบ

การทดลองใช้งานระบบ

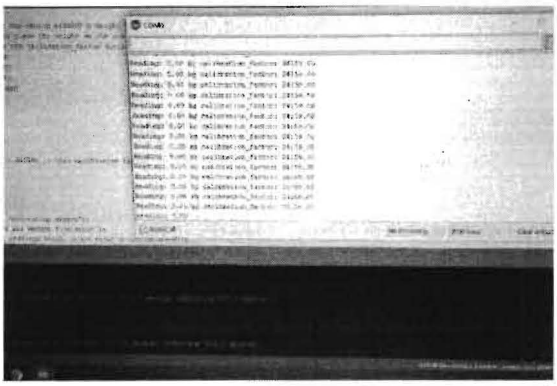
1. เชื่อมต่อสายอุปกรณ์เข้ากับไมโครคอนโทรเลอร์ทุกตัว

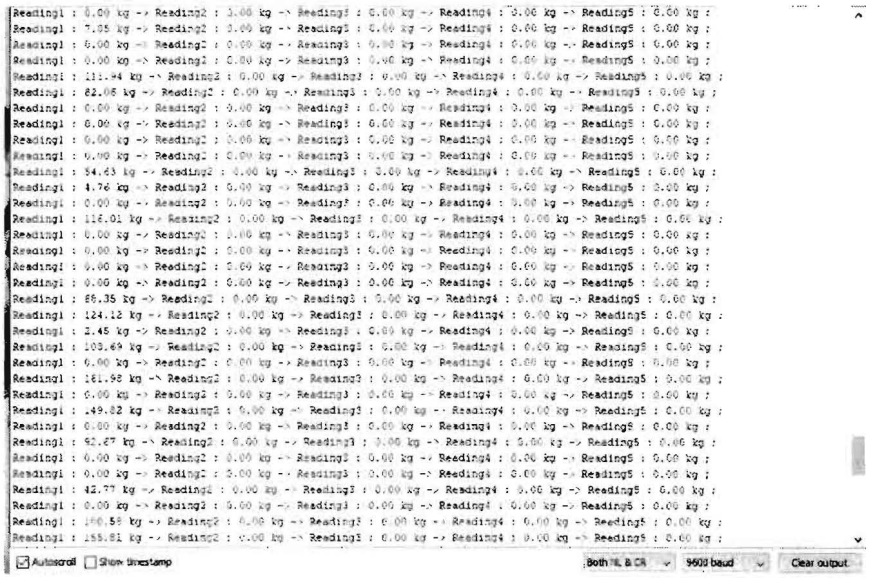


2. ทดสอบโดยการเหยียบบนพื้นทีละตำแหน่ง

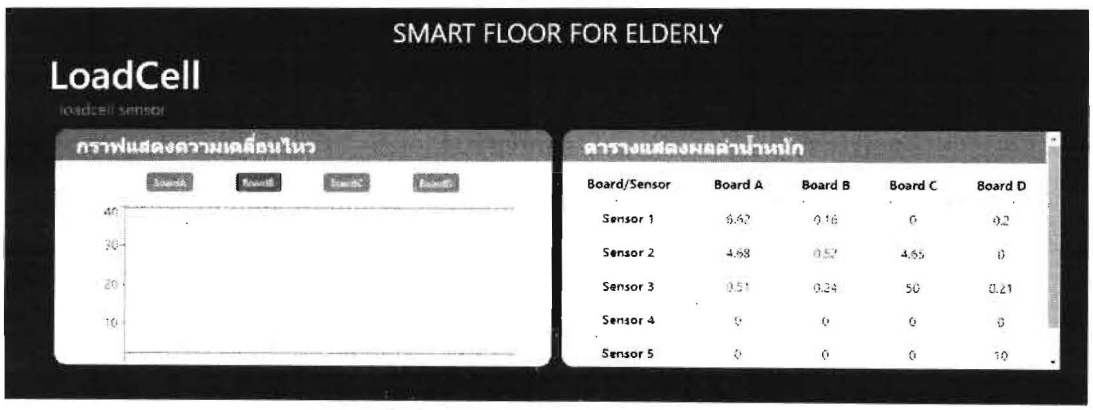


3. ดูค่าที่ได้จากการทดสอบและนำค่าที่ได้มาประมวลผล



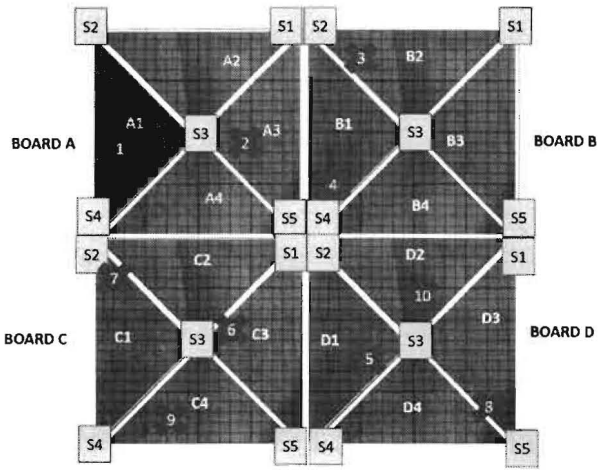


4. ตรวจสอบค่าที่ส่งไปยังคลาวด์เซิร์ฟเวอร์



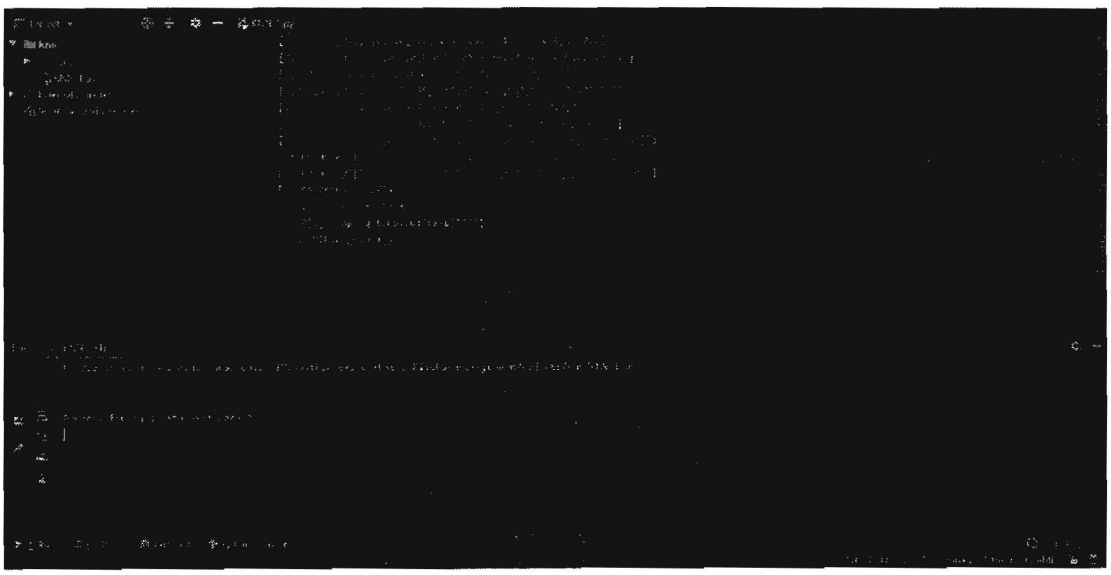
ภาคผนวก ค
ผลการทดสอบประสิทธิภาพของระบบ

ผลการทดสอบประสิทธิภาพของระบบ จากการทดสอบ 10 ตำแหน่ง



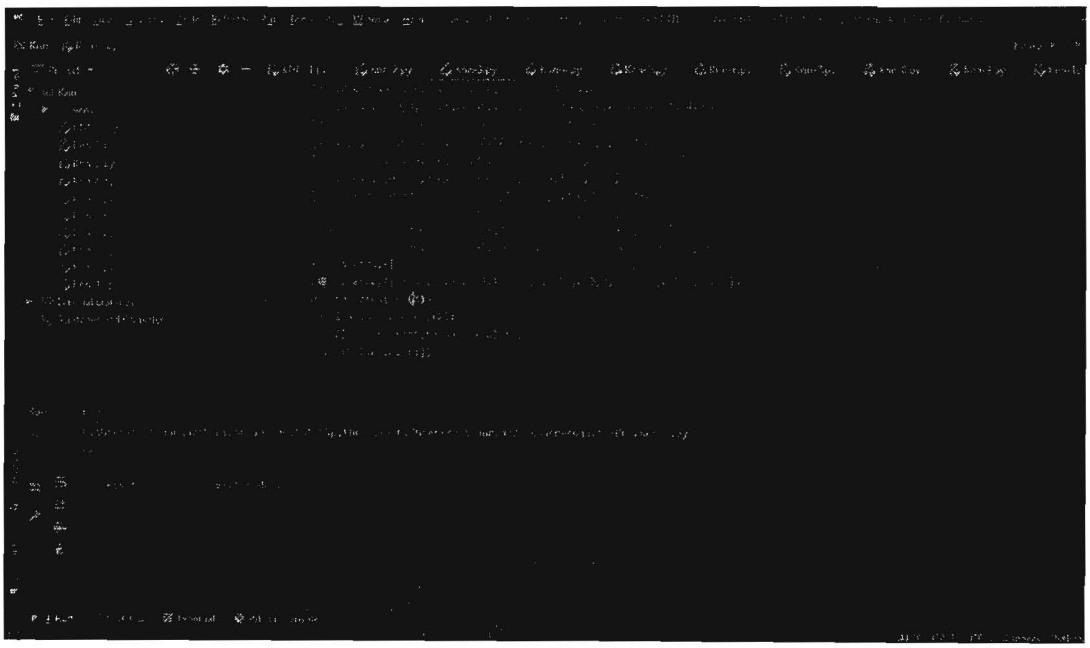
จากภาพตัวอย่างคือการกำหนด คลาสทั้งหมด 16 คลาสจากบอร์ด ทั้งหมด 4 บอร์ด ได้แก่ A1, A2, A3, A4, B1, B2, B3, B4, C1, C2, C3, C4, D1, D2, D3, D4 ได้ผลการทดลอง 10 ตำแหน่ง ดังนี้

ทดสอบตำแหน่งที่ 1 วัตถุ อยู่ที่คลาส A1 บอร์ด A

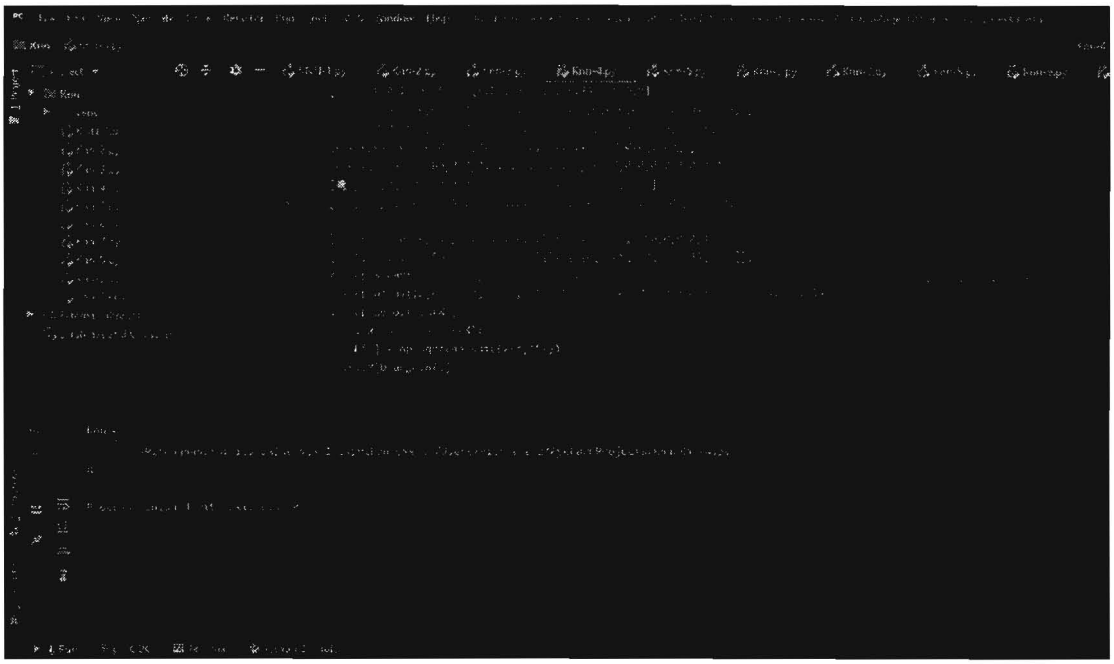


ทดสอบตำแหน่งที่ 2 วัตถุ อยู่ที่คลาส B4 บอร์ด B

ทดสอบตำแหน่งที่ 3 วัตถุ อยู่ที่คลาส A2 บอร์ด A

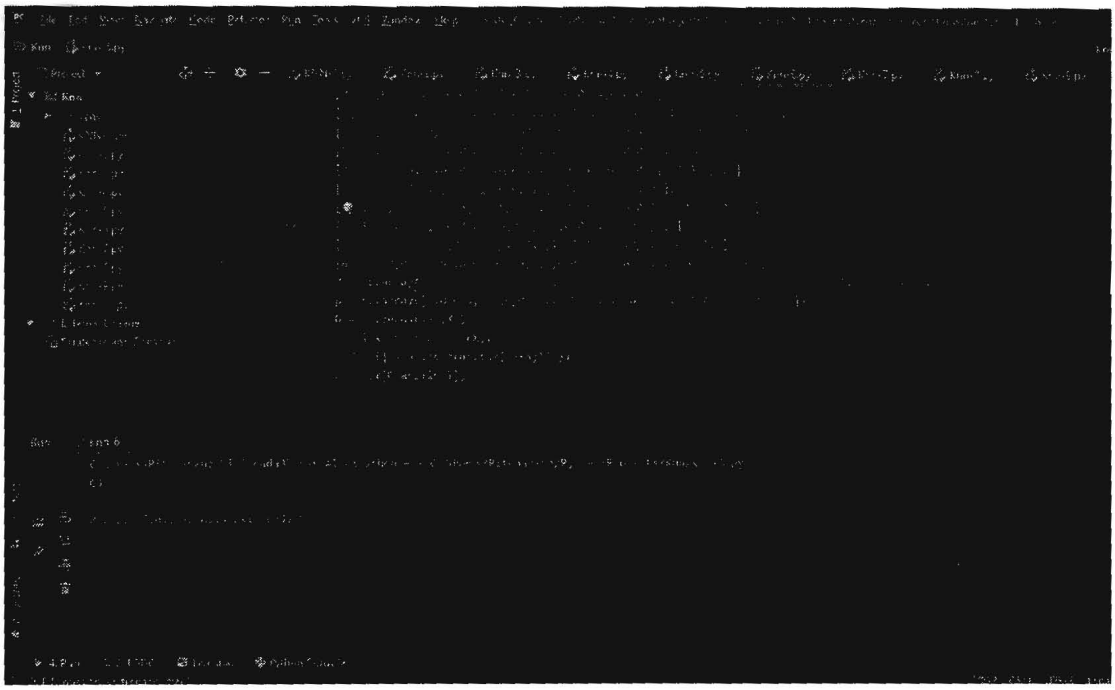


ทดสอบตำแหน่งที่ 4 วัตถุ อยู่ที่คลาส B1 บอร์ด B



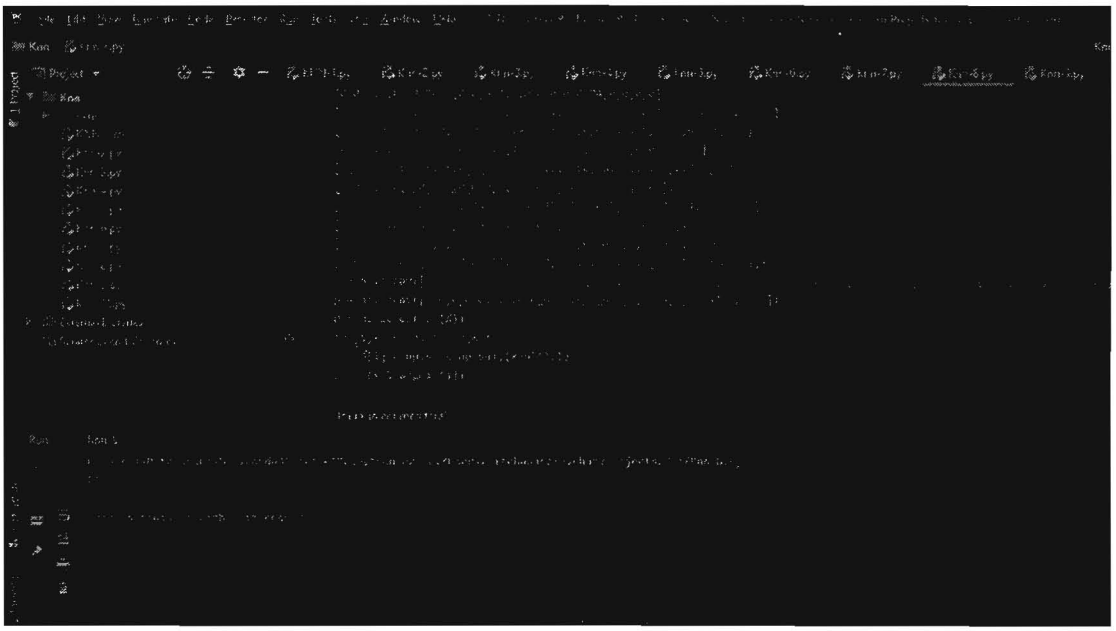
ทดสอบตำแหน่งที่ 5 วัตถุ อยู่ที่คลาส D1 บอร์ด D

ทดสอบตำแหน่งที่ 6 วัตถุ อยู่ที่คลาส C3 บอร์ด C

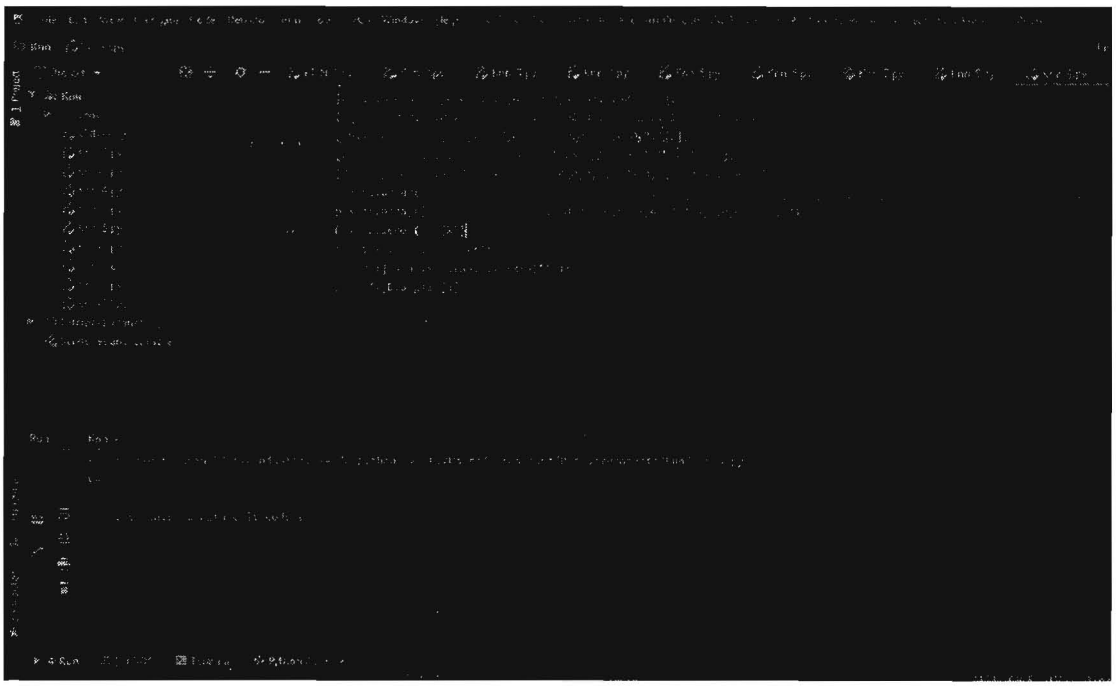


ทดสอบตำแหน่งที่ 7 วัตถุ อยู่ที่คลาส C1 บอร์ด C

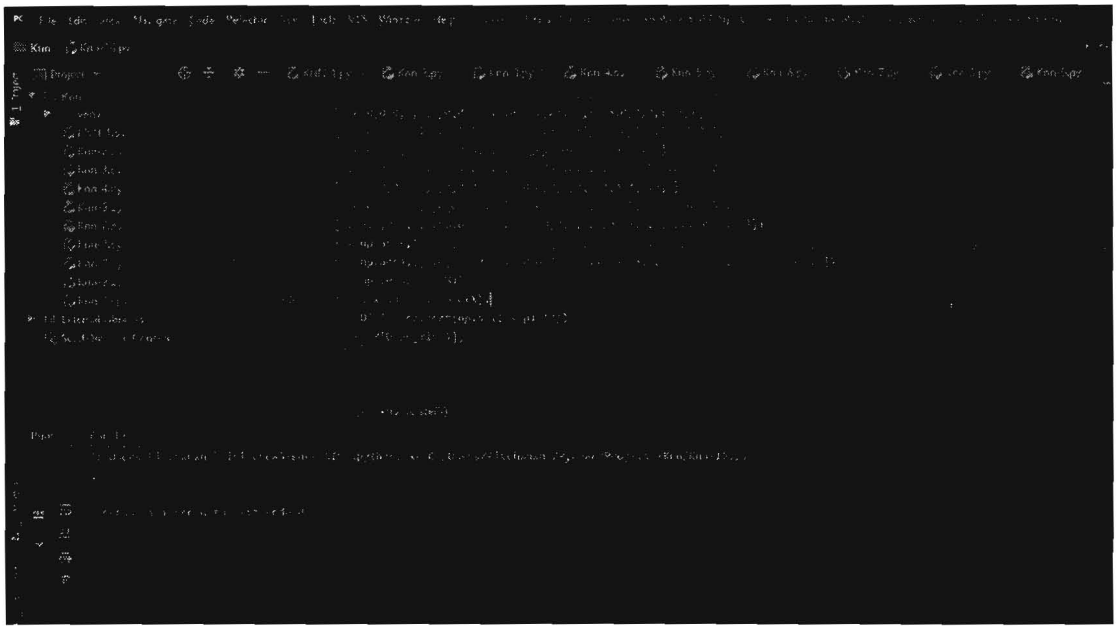
ทดสอบตำแหน่งที่ 8 วัตถุ อยู่ที่คลาส D3 บอร์ด D



ทดสอบตำแหน่งที่ 9 วัตถุ อยู่ที่คลาส C4 บอร์ด C



ทดสอบตำแหน่งที่ 10 วัตถุ อยู่ที่คลาส D2 บอร์ด D



ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ ว่าที่ร้อยตรีหญิง พิชชานันท์ สายเนตร

ประวัติการศึกษา พ.ศ. 2553 - 2557 มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ
อำเภอวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี

ประวัติการทำงาน พ.ศ. 2557 - 2559 มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา
ตำแหน่ง นักวิชาการคอมพิวเตอร์
พ.ศ. 2559 - 2562 ศูนย์อำนวยการป้องกันและปราบปรามยาเสพติด
จังหวัดศรีสะเกษ
ตำแหน่ง เจ้าหน้าที่บันทึกข้อมูลและพัฒนาระบบสารสนเทศ
พ.ศ. 2563 – ปัจจุบัน มหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ
ตำแหน่ง บุคลากร

สถานที่ทำงานปัจจุบัน มหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ
319 ถนนไทยพันทา ตำบลโพธิ์ อำเภอเมือง
จังหวัดศรีสะเกษ 33000