



โครงการวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

อุปกรณ์วิเคราะห์การเดินด้วยเซนเซอร์

Smart Gait Analysis Device with Wearable Sensor

ภัทรนันท์ นวลด้ว

ธิตารีย์ นิรจน์ศิลปชัย

ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ ครีรากา

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตครีรากา

ปีการศึกษา 2565



ใบรับรองโครงการวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

ปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วิศวกรรมคอมพิวเตอร์และสารสนเทศศาสตร์)

ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ ศรีราชา

เรื่อง อุปกรณ์วิเคราะห์การเดินด้วยเซนเซอร์ที่สวมใส่ได้
Smart Gait Analysis Device with Wearable Sensor

นามผู้จัดทำ
นางสาว ภัทรนันท์ นวลดี
นางสาว ฐิตารีย์ นิรจน์ศิลปชัย

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย
อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ

(อาจารย์จิราวดน์ จิตประสุตวิทย์)

กรรมการโครงการ

(อาจารย์ประสิทธิชัย ณรงค์เลิศฤทธิ์)

กรรมการโครงการ

(ดร.ณัฐพล พันธุรัตน์)

ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ ศรีราชา
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตศรีราชา รับรองแล้ว

(รศ.ดร.อนันต์ บรรหารสกุล)

หัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

โครงการวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

เรื่อง

อุปกรณ์วิเคราะห์การเดินด้วยเซนเซอร์ที่สวมใส่ได้

Smart Gait Analysis Device with Wearable Sensor

โดย

นางสาว ภัทรนันท์ นวลด้า

นางสาว ฐิตารีย์ นิรจน์ศิลปชัย

ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ ศรีราชา

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตศรีราชา

ปีการศึกษา 2565

ภัทรนันท์ นวลตัว \ ฐิตารีย์ นิโรจน์ศิลปชัย \ 2565 \ อุปกรณ์วิเคราะห์การเดินด้วยเซนเซอร์ที่สวมใส่ได้ \ ปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วิศวกรรมคอมพิวเตอร์และสารสนเทศศาสตร์) \ ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ \ คณะวิศวกรรมศาสตร์ ศรีราช \ อาจารย์ที่ปรึกษา: อาจารย์จิรวัฒน์ จิตประสุตวิทย์ \ อาจารย์ \ 54 หน้า

บทคัดย่อ

โครงการนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาอุปกรณ์วิเคราะห์การเดินด้วยเซนเซอร์ที่สวมใส่ได้ เพื่อให้ผู้ใช้สามารถทราบลักษณะการลงน้ำหนักที่เท้าของตนเองได้ในแบบReal-Timeและสามารถใช้อุปกรณ์ได้อย่างสะดวก กะทัดรัดมากที่สุด และเพื่อให้แพทย์สามารถติดตามดูลักษณะการลงน้ำหนักเท้าของผู้ใช้ได้ ในบางรายที่เป็นผู้ป่วยของตนเอง

ซึ่งอุปกรณ์วิเคราะห์การเดินด้วยเซนเซอร์ที่สวมใส่ได้ เราใช้ M5StickC-Plus สำหรับเชื่อมต่อกับลูกบูร Force sensor เป็นตัวรับแรงกดตามบริเวณตำแหน่งต่างๆของฝ่าเท้าทั้งหมด 12 ตำแหน่ง ทำการทดสอบผู้ใช้ทั้งชายและหญิง ทดสอบลักษณะการลงน้ำหนักที่เท้า ทดสอบลักษณะเท้าของผู้ใช้

โดยอุปกรณ์มีขนาดที่เหมาะสมกับการนำไปใช้งาน แอปพลิเคชันแสดงผลข้อมูลแบบ Real-Time และสามารถวิเคราะห์ลักษณะเท้าของผู้ใช้ได้

Pattaranan Nuandua \ Thitaree Nirojsilpachai \ 2022 \ Smart Gait Analysis with Wearable Sensor \ Bachelor of Engineering (Computer Engineering and Informatics) \ Department of Computer Engineering \ Faculty of Engineering at Siracha \ Project Advisor: Jirawat Jitprasutwit \ Lecture \ 54 pages.

Abstract

This project aims to develop a wearable sensor-based gait analysis device. So that users can know the characteristics of their own feet in real-time and can use the device conveniently. most compact And so that doctors can track the behavior of the user's foot weight. in some cases who are their own patients

The wearable sensor-based gait analyzer we use is the M5StickC-Plus. For connecting Bluetooth Force sensor is a pressure sensor according to the different positions of the soles of all 12 positions, testing both male and female users. Test the weight of the foot. Test the user's feet.

The device has a size suitable for use. The application displays real-time data and can analyze the characteristics of the user's feet.

กิตติกรรมประกาศ

โครงการอุปกรณ์วิเคราะห์การเดินด้วยเซ็นเซอร์ที่สูมใส่ได้ จะไม่ประสบความสำเร็จได้ด้วยดี หากขาดการสนับสนุนจากบุคคลและองค์กรต่างๆอาทิ

อาจารย์จิรัณน์ จิตประสุตวิทย์ ซึ่งเป็นที่ปรึกษาโครงการ ที่แนะนำความรู้เกี่ยวกับทฤษฎีและปฏิบัติ รวมถึงแนะนำเทคนิคในการทำงานต่างๆที่เกี่ยวข้องกับแนวทางการพัฒนาโครงการนี้ นอกจากนี้ยังคอยติดตามความคืบหน้าโครงการอยู่เสมอ รวมไปถึง อาจารย์ประสิทธิชัย ณรงค์เลิศฤทธิ์ และ ดร.ณัฐพล พันธุรัตน์ ที่ให้คำปรึกษาและแนะนำในการพัฒนาโครงการ และแนะนำเทคนิคในการทำงาน ที่เป็นประโยชน์เกี่ยวกับโครงการ

คุณพ่อ คุณแม่ และครอบครัวที่เป็นกำลังใจที่ดี และคอยสนับสนุนการทำโครงการนี้ เพื่อและรุ่นพี่ที่สละเวลา มาให้คำแนะนำในการทำโครงการนี้

ในสุดท้ายนี้ ผู้พัฒนาขอขอบพระคุณทุกท่านเป็นอย่างสูง ณ ที่นี่ที่ได้ช่วยในการดำเนินโครงการในครั้งนี้สำเร็จ ลุล่วงไปได้ด้วยดี

นางสาว ภัทรนันท์ นวลด้ำ

นางสาว ฐิตารีย์ นิโรจน์ศิลปปั้ย

มีนาคม พ.ศ.2566

สารบัญ

ใบรับรองโครงงานวิศวกรรมคอมพิวเตอร์	ก
บทคัดย่อ	ค
Abstract.....	ง
กิตติกรรมประกาศ	จ
บทที่ 1 บทนำ	1
1. คำสำคัญ (Key Words)	1
2. หลักการและเหตุผล	1
3. วัตถุประสงค์	2
4. ปัญหาหรือประโยชน์เป็นเหตุผลให้พัฒนาระบบ	2
5. เป้าหมายและขอบเขตของโครงงาน.....	3
6. กลุ่มผู้ใช้งาน	3
7. ประโยชน์ที่ได้รับ	3
8. แผนการดำเนินงาน	4
บทที่ 2 ความรู้พื้นฐานและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	5
1. งานที่เกี่ยวข้อง	5
2. ความรู้พื้นฐาน เทคนิค เทคโนโลยีและเครื่องมือที่ใช้	12
2.1 ความรู้พื้นฐาน	12
3. เทคโนโลยีและเครื่องมือที่ใช้	12
3.1 ซอฟต์แวร์.....	12
3.2 ฮาร์ดแวร์	13
3. บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการ	14

1. เนื้อเรื่องย่อ	14
2. รายละเอียดวิธีการ	19
บทที่ 4 ผลและวิจารณ์.....	27
1. ผลการสอบระบบโดยรวม	27
2. ผลการทดสอบระบบในส่วนย่อย.....	27
3. ผลการทดสอบจากผู้ใช้งานจริง	27
บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ.....	29
ภาคผนวก	
ก1 คู่มือการติดตั้งระบบ.....	31
ก2 คู่มือการใช้งาน.....	36
ก4 ผลลัพธ์การตอบแบบสอบถามแต่ละบุคคล	39
เอกสารอ้างอิง	40

สารบัญตาราง

ตารางที่ 1 แผนการดำเนินงาน	4
ตารางที่ 2 ตารางแสดงข้อดี-ข้อเสียของบทความที่เกี่ยวข้อง	10

สารบัญภาพ

ภาพที่ 1	รูปของเท้าที่มีตำแหน่งของบอร์ดและโมดูลเซนเซอร์อัลตราโซนิกอยู่บนหลังรองเท้า.....	5
ภาพที่ 2	การติดตั้งวงจรด้วยเซนเซอร์แบบยึดหยุ่น	6
ภาพที่ 3	ตั้งค่าของ FSR และ Accelerometer	6
ภาพที่ 4	รองเท้าสำหรับวิเคราะห์การเดิน	6
ภาพที่ 5	ขั้นตอนของระบบทั้งหมด.....	7
ภาพที่ 6	เซ็นเซอร์ Flexiforce รวมอยู่ในพื้นรองเท้า	7
ภาพที่ 7	เซ็นเซอร์ Atmospheric รวมอยู่ในพื้นรองเท้า	8
ภาพที่ 8	ภาพรวมของระบบที่พัฒนาแล้ว (a) แผ่นผังและ (b) อุปกรณ์ที่ใช้งานได้จริง	9
ภาพที่ 9	การทดสอบกัดตัวตรวจสอบ FSR แบบสุ่มช่องน้ำหนัก แสดง ค่าน้ำหนัก และแบบสี.....	9
ภาพที่ 10 a)	แต่นวัต b) ตำแหน่งเซนเซอร์.....	10
ภาพที่ 11	ภาพรวมของระบบ.....	14
ภาพที่ 12	ภาพรวมการทำงานของฮาร์ดแวร์.....	15
ภาพที่ 13	แผนภาพแสดงอุปกรณ์	16
ภาพที่ 14	ลักษณะการเดิน	17
ภาพที่ 15	ลักษณะเท้า.....	17
ภาพที่ 16	Figma ของแอปพลิเคชัน.....	18
ภาพที่ 17	Figma ของเว็บ	19
ภาพที่ 18	M5StickC-Plus.....	20
ภาพที่ 19	ADS1115	20
ภาพที่ 20	Force Sensor (FSR 402).....	20
ภาพที่ 21	TCA9548A I ² C Multiplexer	21
ภาพที่ 22	รูปแบบของอุปกรณ์	21
ภาพที่ 23	หน้าเข้าสู่ระบบของแพทย์ นักกายภาพบำบัด เข้าสู่ระบบโดย Email และ Password	22
ภาพที่ 24	หน้าหลักหลังจากเข้าสู่ระบบ หน้านี้จะแสดงข้อมูลผู้ป่วย สามารถคลิกที่ ID ของผู้ป่วยเพื่อดูข้อมูลของผู้ป่วยได้	22

ภาพที่ 25	หน้านี้แสดงข้อมูลหลังจากคลิกที่ ID ของผู้ป่วย จะแสดงการลงน้ำหนักเท้าของผู้ป่วย และสามารถเลือกรายการเพื่อไปดูจำนวนก้าวเดินของผู้ป่วยได้	23
ภาพที่ 26	หลังจากเลือกรายการเป็นจำนวนการก้าวเดิน หน้าจะแสดงเป็นกราฟจำนวนการก้าวเดินในแต่ละวันของผู้ป่วย	23
ภาพที่ 27	หน้าล็อกอินแอปพลิเคชัน	24
ภาพที่ 28	หน้าเริ่มต้นของแอปพลิเคชัน	24
ภาพที่ 29	หน้าสำหรับเปลี่ยนรหัสผ่าน	24
ภาพที่ 30	หน้าลงทะเบียนเพื่อเข้าใช้แอปพลิเคชัน	24
ภาพที่ 31	กดเพิ่มอุปกรณ์เพื่อเชื่อมบลูทูธกับอุปกรณ์	25
ภาพที่ 32	เมื่อผู้ใช้งานได้ทำการเข้าสู่ระบบแล้ว	25
ภาพที่ 33	กดไอค่อนแสดงจำนวนจำนวนการก้าวเดิน	25
ภาพที่ 34	กดไอค่อน Insole เพื่อแสดงการลงน้ำหนัก	25
ภาพที่ 35	สามารถแก้ไขข้อมูลส่วนตัวได้	26
ภาพที่ 36	หน้าตั้งค่า	26
ภาพที่ 37	ขณะทำการทดสอบ (1)	28
ภาพที่ 38	ขณะทำการทดสอบ (2)	28
ภาพที่ 39	ภาพรวมการทำงานของhardtแวร์	31
ภาพที่ 40	ตั้งค่าใน Arduino IDE	32
ภาพที่ 41	เลือกบอร์ดเป็น M5StickC-Plus	32
ภาพที่ 42	เลือก Port	33
ภาพที่ 43	ติดตั้ง Library สำหรับใช้งานอุปกรณ์	33
ภาพที่ 44	Github ของโปรเจกต์	34
ภาพที่ 45	Library ที่ใช้ (1)	34
ภาพที่ 46	Library ที่ใช้ (2)	35
ภาพที่ 47	port ของ M5StickC-Plus	36
ภาพที่ 48	โลโก้แอปพลิเคชัน	36
ภาพที่ 49	เข้าสู่ระบบและลงทะเบียน	37
ภาพที่ 50	กดคันหาและเชื่อมต่อบลูทูธเมื่อเจอชื่อบลูทูธที่ตรงกัน	37
ภาพที่ 51	หน้าแสดงผลการลงน้ำหนักที่ฝ่าเท้า	38

ภาพที่ 52 ผลลัพธ์ความคิดเห็นต่อความพึงพอใจในการใช้งานอุปกรณ์ (1).....	39
ภาพที่ 53 ผลลัพธ์ความคิดเห็นต่อความพึงพอใจในการใช้งานอุปกรณ์ (2).....	39

บทที่ 1

บทนำ

1. คำสำคัญ (Key Words)

Wearable Devices, Force Sensor, Foot Health, Portable Gait Analysis, Insole Heatmap

2. หลักการและเหตุผล

การเดินเป็นการเคลื่อนไหวตามธรรมชาติของมนุษย์ การเดินเป็นการเคลื่อนไหวซ้ำๆ หากเราเคลื่อนไหวร่างกายไม่ถูกแบบไหน ก็จะเป็นการใช้อวัยวะนั้นทำงานมากขึ้น และหลายคนอาจละเลยการเดินที่ถูกรูปแบบไป อาจไปเพิ่มความเสี่ยงของปัญหาเกี่ยวกับกล้ามเนื้อ ข้อเท้า หรือโรคบางชนิดที่เป็นปัญหาโดยตรง กับการใช้เท้าหากเรามีจังหวะการเดินที่ผิดปกติ การเคลื่อนไหวไม่ถูกต้องอาจเป็นการเร่งการเสื่อมของอวัยวะได้

การเดินมีการใช้อวัยวะหลายส่วน เช่น กล้ามเนื้อ ข้อต่อ เส้นเอ็น และเส้นประสาท เมื่อเราเดินอวัยวะเหล่านี้จะขยับทำให้ถูกกดและเสียดสีกัน หากเราเดินผิดท่าอาจเป็นการเพิ่มแรงกดมากขึ้นทำให้อวัยวะได้รับแรงเหล่านี้มากกว่าปกติ หากเรามีการเดินที่ถูกต้องจะช่วยให้สันเท้า ฝ่าเท้า กล้ามเนื้อ เส้นเอ็น เส้นประสาทได้รับแรงกดและการเสียดสีในระดับที่เหมาะสม ทำให้ลดความเสี่ยงการเกิดโรคได้ ฉะลอกการเสื่อมของอวัยวะเสริมการทรงตัว และบุคลิกภาพให้ดูดีขึ้น

การเดินส่งผลต่อบุคลิกภาพและสุขภาพ หากเราเดินหรือทรงตัวได้ไม่ดีอาจเป็นสัญญาณเตือนโรคบางชนิดได้ เช่น โรครองข้อ โรคเบาหวาน ซึ่งทั้ง 2 โรคนี้จัดเป็นโรคที่มีปัญหาเกี่ยวกับการเดิน การเกิดปัญหาเกี่ยวกับเดินอาจมีสาเหตุมาจากการปวดบริเวณต่างๆ เช่น ข้อเท้า สะโพก สันเท้า การลงน้ำหนักเท้าที่ผิดรูปแบบ หรือมีแพลที่ฝ่าเท้า เป็นต้น [1]

โรคเอ็นฝ่าเท้าอักเสบหรือโรครองข้อ (Plantar Fasciitis) เป็นโรคที่เกิดจากการอักเสบบริเวณพังผืดใต้ฝ่าเท้า อาการของโรครองข้อ จะมีการเจ็บปวดบริเวณสันเท้าเวลาลงน้ำหนัก เกิดจากการยืนเป็นเวลานาน การลงน้ำหนักเท้ามากเกินไป ทำให้เกิดอาการปวดบริเวณนั้นๆ มีการเดินที่ผิดปกติไป เดินไม่สะดวก [2] [3]

โรคเบาหวาน (Diabetes Mellitus: DM) กรณีที่เป็นหรือมีอาการเบาหวานลงเท้า คือ มีแพลที่ฝ่าเท้า มีหนังแข็งที่ฝ่าเท้าในบริเวณที่ลงน้ำหนักมากเกินไป ซึ่งอาการเหล่านี้หากปล่อยไว้นานจะเกิดอันตรายได้ ทำให้มีการเดินที่ผิดปกติ พับปัญหาการลงน้ำหนักที่เท้าไม่ถูกต้อง น้ำหนักเท้าไม่กระจาย [4]

ทางคณะผู้จัดทำจึงอยากรัฐนาอุปกรณ์ที่สามารถช่วยให้ผู้ป่วยหรือบุคคลทั่วไปมีบุคลิกการเดินที่ดียิ่งขึ้น กระจายน้ำหนักเท้าได้อย่างถูกต้องตามรูปแบบ โดยเป็นอุปกรณ์ที่ติดตามการลงน้ำหนักที่เท้าได้ เพื่อให้แพทย์ นักกายภาพบำบัดหรือบุคคลทั่วไปทราบการลงน้ำหนักที่ถูกต้องและดูจังหวะการเดินของตนเองได้

3. วัตถุประสงค์

3.1 เพื่อให้แพทย์หรือนักกายภาพบำบัด สามารถติดตามอาการ การเดิน การลงน้ำหนักที่เท้าของ ผู้ป่วยได้เมื่อผู้ป่วยต้องพักรักษาตัวที่บ้าน หรือหลังจากที่ผู้ป่วยมาทำการฟื้นฟูสภาพตามที่แพทย์นัดแล้ว เพื่อ ประเมินการรักษาและหาแนวทางการรักษาในขั้นตอนต่อไป

3.2 ผู้ป่วยหรือญาติ สามารถดูลักษณะการเดินหรือติดตามการเดินได้ผ่านแอปพลิเคชัน หากพบความ ผิดปกติจะสามารถทราบได้ว่าเป็นช่วงเวลาไหนที่เกิดความผิดปกติของการลงน้ำหนัก

3.3 เพื่อให้ทราบจุดบริเวณของฝ่าเท้าที่เกิดความผิดปกติ

3.4 อุปกรณ์ที่สวมใส่มีขนาดกะทัดรัดเหมาะสมสำหรับการใช้งาน

4. ปัญหาหรือประโยชน์เป็นเหตุผลให้พัฒนาระบบ

แพทย์ นักกายภาพบำบัด

แพทย์หรือนักกายภาพบำบัดอาจเจอปัญหาในการดูแลหรือติดตามอาการของผู้ป่วยที่มีปัญหา ทางเดินหรือการลงน้ำหนักที่เท้า เมื่อผู้ป่วยกลับไปพักรักษาตัวที่บ้าน หรือปัญหาการวิเคราะห์การเดิน เพื่อนำข้อมูลที่มีการเดินผิดปกติมาเปรียบเทียบกับการเดินที่ปกติ

บุคคลทั่วไป

บุคคลทั่วไปที่มีอาการปวดข้อเท้า เจ็บฝ่าเท้า ทำให้ไม่สามารถลงน้ำหนักที่เท้าได้ตามปกติ ส่งผล ให้มีบุคลิกทางการเดินที่ไม่ดี ผู้ป่วยหรือบุคคลทั่วไปสามารถมีบุคลิกการเดินที่ดี ไม่มีปัญหาทางการเดิน และไม่เสียงต่อโรคเกี่ยวกับการเดิน จึงเป็นสาเหตุที่ทางคณะผู้จัดทำเลือกที่จะพัฒนาระบบ วิเคราะห์การเดินด้วยเซนเซอร์ที่สามารถใส่ได้ (Smart Gait Analysis Device with Wearable Sensor)

ซึ่งปัญหาเหล่านี้จะหมดไป หากเราใช้อุปกรณ์สวมใส่ที่สามารถวิเคราะห์การเดิน การลงน้ำหนัก เท้า และส่งข้อมูลเหล่านี้ไปที่แอปพลิเคชันสำหรับการวิเคราะห์การเดิน แพทย์หรือนักกายภาพบำบัดจะ สามารถติดตามการเดิน การลงน้ำหนักเท้าของผู้ป่วยได้ และหากพบความผิดปกติจะสามารถวิเคราะห์ ประเมินแนวทางการรักษาในขั้นตอนต่อไปได้

5. เป้าหมายและขอบเขตของโครงการ

5.1 ส่วนของผู้ใช้งาน

5.1.1 แพทย์ นักกายภาพบำบัด หรือผู้ใช้สามารถทราบจังหวะการเดินของตนเองได้ผ่านแอป พลิเคชัน

5.1.2 แพทย์ นักกายภาพบำบัด สามารถติดตามจังหวะการเดิน การลงน้ำหนักเท้าของผู้ป่วย ได้และสามารถวิเคราะห์หาแนวทางรักษาในขั้นต่อไปได้

5.1.3 ผู้ใช้หรือบุคคลที่ว่าไป สามารถตรวจสอบการเดินของตนเองได้

5.2 ส่วนของซอฟต์แวร์

5.2.1 ระบบสามารถวิเคราะห์ข้อมูลการลงน้ำหนักได้

5.2.2 ระบบสามารถตรวจสอบข้อมูลและจังหวะการเดินได้

5.2.3 ระบบสามารถวิเคราะห์การยืน เดิน หรือนั่ง ของผู้ใช้ได้

5.3 ส่วนของฮาร์ดแวร์

5.3.1 M5StickC-Plus สามารถเชื่อมต่อแบบ Wi-Fi 2.4 GHz มีจอ LED แสดงผล ขนาด 0.96" ความละเอียด 80x160 และภายในมีแบตเตอรี่ขนาด 120 mAH สามารถใช้ USB-C ชาร์จแบตเตอรี่ได้

5.3.2 Force Sensor สามารถเก็บค่า Load (กรัม) โดยที่เก็บได้สูงสุดอยู่ที่ 10 กิโลกรัม

5.4 ข้อจำกัดของโครงการ

5.4.1 อุปกรณ์วิเคราะห์ได้ดีเมื่ออยู่บนพื้นเรียบ

5.4.2 อุปกรณ์สามารถเชื่อมต่อผ่าน Wi-Fi ได้เท่านั้น

6. กลุ่มผู้ใช้งาน

6.1 แพทย์

6.2 นักกายภาพบำบัด

6.3 บุคคลที่มีปัญหาเกี่ยวกับการเดิน

6.4 บุคคลที่ว่าไป

7. ประโยชน์ที่ได้รับ

เป็นตัวช่วยให้ แพทย์ นักกายภาพบำบัด สามารถทราบตำแหน่งของการลงน้ำหนักเท้าของผู้ป่วย และ สามารถนำวิเคราะห์สาเหตุต่อไปได้ ในส่วนบุคคลที่มีปัญหาเกี่ยวกับการเดินหรือบุคคลที่ว่าไปก็สามารถ ทราบตำแหน่งการลงน้ำหนักเท้าของตนเองได้

8. แผนการดำเนินงาน

ตารางที่ 1 แผนการดำเนินงาน

ลำดับ	กิจกรรม	ปี พ.ศ. 2565					ปี พ.ศ. 2566				
		ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.
1	ศึกษารายละเอียดโครงงาน										
2	นำเสนอหัวข้อโครงงาน										
3	ศึกษาข้อมูลของอาร์ดแวร์										
4	ออกแบบ UI ของเว็บและแอปพลิเคชัน										
5	พัฒนาแอปพลิเคชันใน React Native และพัฒนาเว็บใน React + TypeScript										
6	พัฒนาอุปกรณ์										
7	ทดสอบระบบ										
8	รวบรวมข้อมูลและจัดรูปเล่มที่สมบูรณ์										

บทที่ 2

ความรู้พื้นฐานและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

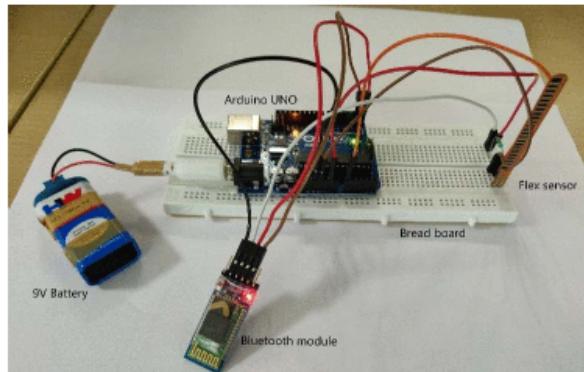
1. งานที่เกี่ยวข้อง

1.1 Microsystem based portable shoe integrated instrumentation using ultrasonic for gait analysis measurement เป็นโครงการเกี่ยวกับเซนเซอร์การวัดระยะห่างของเท้าทั้งสอง เพื่อจับภาพและเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างระยะห่างเท้าปกติและผิดปกติ โดยใช้แง่เซนเซอร์อัลตราโซนิก ระบบการวัดที่ขับเคลื่อนด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งข้อมูลทั้งหมดจะได้รับการประมวลผลโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เฉพาะและซอฟต์แวร์เก็บข้อมูลผ่านโปรโตคอลการสื่อสารไร้สาย IEEE802.15.4 บอร์ดประสานสัมผัสนี้สามารถใช้งานได้แบบเรียลไทม์ ผลลัพธ์จะแสดงเป็นกราฟโดยซอฟต์แวร์เก็บข้อมูลใช้ Lab View กราฟแสดงการวัดระยะทางระหว่างเท้ากับพื้น [5]

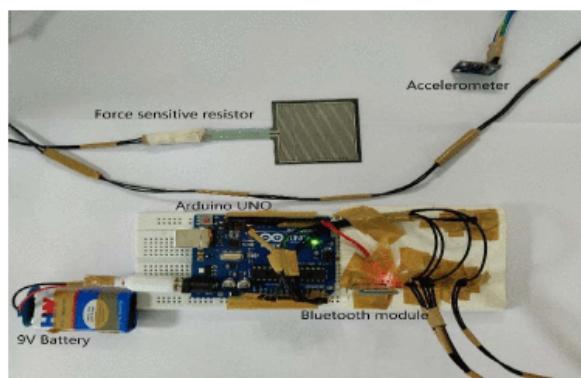


ภาพที่ 1 รูปรองเท้าที่มีตัวหน่อของบอร์ดและโมดูลเซนเซอร์อัลตราโซนิกอยู่บนหลังรองเท้า

1.2 Analysis of the effect of muscle fatigue on gait characteristics using data acquired by wearable sensors เป็นโครงการเกี่ยวกับการเสนอระบบเก็บข้อมูลไร้สายแบบพกพาที่ฝังอยู่กับเครือข่ายเซนเซอร์ที่สวมใส่ได้ ซึ่งสามารถช่วยรับสัญญาณการเดินตามเวลาจริงในสภาพแวดล้อมที่ไม่มีข้อจำกัด เพื่อตรวจสอบความล้าของกล้ามเนื้อในการติดตามการเดินโดยใช้เทคนิคทางกลศาสตร์ ผลลัพธ์แสดงความแปรปรวนอย่างชัดเจนในเวลาที่ก้าวและจังหวะที่มีผลต่อความล้าของกล้ามเนื้อ ซึ่งมีอุปกรณ์ประกอบด้วยเซนเซอร์แบบสัมผัสได้หลายแบบ เช่น ตัวต้านทานแบบไวนิลต่อแรงกด (FSR) เซนเซอร์แบบยึดหยุ่น และมาตราความเร่ง ข้อมูลที่ได้รับจะส่งผ่านไปยังระบบประมวลผลข้อมูลผ่านการส่งข้อมูลแบบไร้สาย ระบบที่พัฒนาขึ้นนี้มีประโยชน์ในการตรวจสอบการเดินระยะไกล [6]

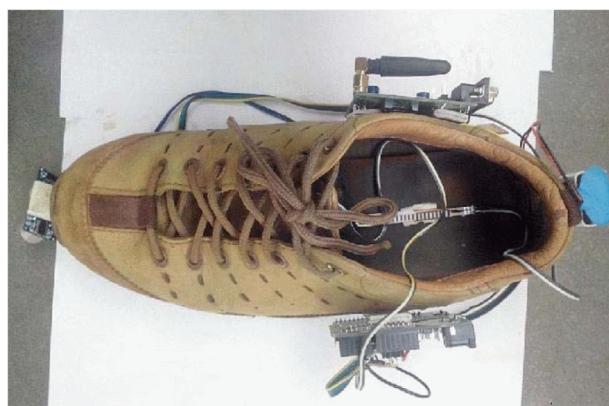


ภาพที่ 2 การติดตั้งจาร์ดี้เซนเซอร์แบบบีดหยุ่น



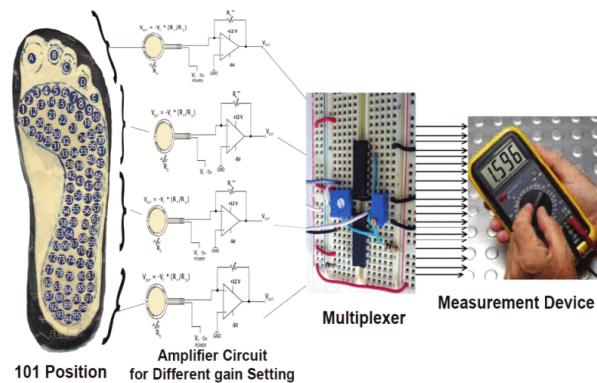
ภาพที่ 3 ตั้งค่าวงจรด้วย FSR และ Accelerometer

1.3 Integrated sensor system for gait analysis เป็นโครงงานที่นำเสนออุปกรณ์รองเท้าเพื่อวัดค่าพารามิเตอร์ ด้วยใช้เซนเซอร์ต่างๆ เช่น เซนเซอร์โภชニก, เซนเซอร์วัดความดันเท้า ซึ่งเซนเซอร์เหล่านี้อาจติดติดต่อของเซนเซอร์สามารถรวมเข้าด้วยกันผ่านตัวควบคุม และผลลัพธ์ของผู้ป่วยจะถูกส่งไปยังโทรศัพท์ของแพทย์หรืออุปกรณ์ GSM ผลลัพธ์อุปกรณ์สามารถเปรียบเทียบได้กับการเดินของคนปกติ เพื่อศึกษาการเดินที่ผิดปกติสามารถนำมาช่วยแพทย์รักษาบุคคลที่มีการเดินที่ผิดปกติ [7]



ภาพที่ 4 รองเท้าสำหรับวิเคราะห์การเดิน

1.4 Fundamental Reference over Insole Plantar Pressure in terms of Human Body Weight Percentage เป็นการอ้างอิงข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับแรงดันฝ่าเท้าของพื้นรองเท้าในแบ่งเปอร์เซ็นต์น้ำหนักของมนุษย์ โครงการนี้จะใช้เซนเซอร์จำนวน 101 ตัว ในการตรวจสอบโดยใช้คุณที่มีขนาดเท่ากันแต่น้ำหนักต่างกัน 80% ของจุดที่วัดพบว่าแม่น้ำหนักตัว [8]



ภาพที่ 5 ขั้นตอนของระบบทั้งหมด

1.5 Instrumented insole for weight measurement of frail people พื้นรองเท้าที่ออกแบบมาเพื่อรวบรวมข้อมูลน้ำหนัก ระบบรวมส่วนที่ติดตามสถานะสุขภาพของมนุษย์ งานที่นำเสนอ มีการเปรียบเทียบ 2 solution คือ ใช้ตัวต้านทานที่ตรวจจับแรงและเซนเซอร์ความดัน การใช้ระบบแพลตฟอร์ม เช่น Pedar© Novel หรือ Parotec® Paromed ในการวิเคราะห์การเดิน ระบบ PIMU ตรวจจับสถานการณ์แบบเรียลไทม์ ความแม่นยำสูง 99% วิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างการขึ้นบันได ระบบ Smart Insole ระบบไร้สายสำหรับวัดกิจกรรมทางกายภาพและการเดินรวมอยู่ในพื้นรองเท้าใช้เซนเซอร์ (FSR) 5 ตัว ตำแหน่งและจำนวนเซนเซอร์ขึ้นอยู่กับการใช้งานซึ่งเซนเซอร์ในรองเท้าเหมาะสมสำหรับการเดินตามธรรมชาติมากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับระบบแพลตฟอร์ม [9]

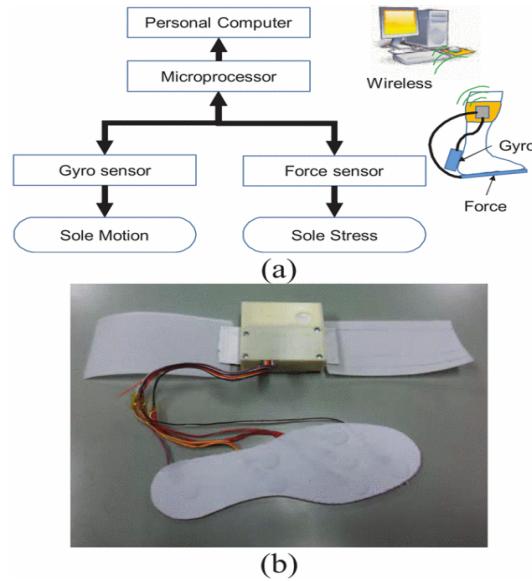


ภาพที่ 6 เซนเซอร์ Flexiforce รวมอยู่ในพื้นรองเท้า



ภาพที่ 7 เซ็นเซอร์ Atmospheric รวมอยู่ในพื้นรองเท้า

1.6 Gait Analysis with Six Axes Inertial Sensor and Force Sensor for Daily Motion บทความนี้ ตรวจสอบและรายงานความแข็งแรงของกล้ามเนื้อมือที่จำเป็นสำหรับการเคลื่อนไหวในชีวิตประจำวัน และคิดว่าถ้าวัตถุเคลื่อนไหวอย่างเหมาะสม จะมีความเสี่ยงต่ำสำหรับอุบัติเหตุจากการเคลื่อนไหวบางอย่างแม้จะจัดอยู่ในประเภท Sarcopenia ทำการทดลองโดยเซ็นเซอร์แรง 7 ตัว มีลักษณะทรงกลม เส้นผ่านศูนย์กลาง 18.28 มม. เซ็นเซอร์แรงสามารถวัดแรงได้ตั้งแต่ 0.1N ถึง 10N อยู่ที่พื้นรองเท้า ระบบที่พัฒนาใหม่สามารถวัดทั้งการเคลื่อนไหวและความแข็งแรงของการเดิน ผลการทดลองคือ เซ็นเซอร์ตำแหน่งที่ 7 หรือบริเวณสันเท้า แสดงแรงสูงสุดจากข้อมูลทั้งหมด การเดินแบบบนเซ็นเซอร์ที่ตำแหน่ง 7 มีค่าแรงที่ค่อนข้างเพิ่มขึ้น [10]



ภาพที่ 8 ภาพรวมของระบบที่พัฒนาแล้ว (a) แผนผังและ (b) อุปกรณ์ที่ใช้งานได้จริง

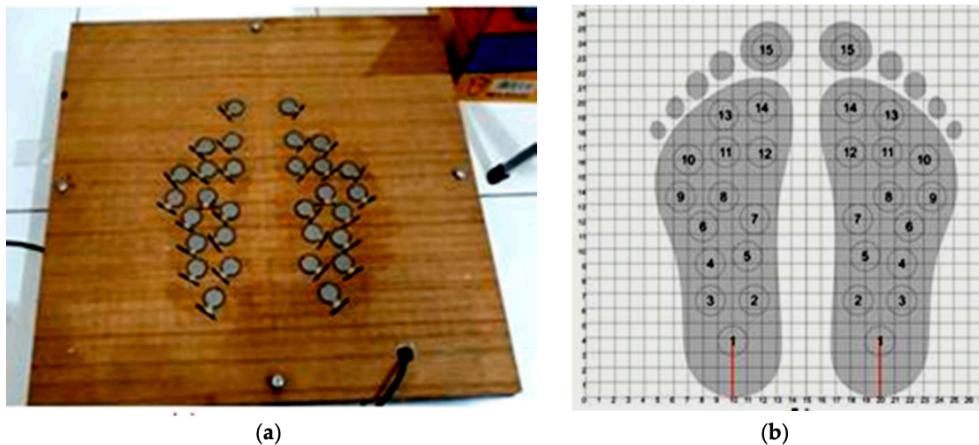
1.7 เครื่องวัดแรงกดบนฝ่าเท้าโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ สร้างนวัตกรรมเพื่อการประเมินการลงน้ำหนักที่ผิดปกติของผู้สูงอายุหรือผู้พิการที่ขา ด้วยการนำ FSR เช่นเซอร์มาใช้ในการวัดค่าน้ำหนักและทำการประมวลผลสัญญาณโดยไมโครคอนโทรลเลอร์และส่งสัญญาณที่ประมวลผลได้ผ่านการสื่อสารข้อมูลแบบบลูทูธเพื่อแสดงผลปานสมาร์ทโฟนและสามารถบันทึกข้อมูลการลงน้ำหนักของผู้ทดลองไว้ในหน่วยความจำ (Data logger) หลักการออกแบบหรือน้ำหนักจะทำให้ค่าความต้านทานภายในของตัวจะรวมกับมีค่าลดลง ใช้ FSR เช่นเซอร์ทั้งหมด 10 ตัว โดยมีการกำหนดค่าແບสี สีส้มค่าจะมากกว่า 4 และน้อยกว่า 7 กิโลกรัม ແບสีເຊີວະນິມີຄ່ານ້ອຍກວ່າ 4 กິໂລກຣັມ ຜູ້ທັດລອງຈຳນວນ 30 ດັນ ທຳການເດີນເປັນຮະຍະທາງໄມ່ນ້ອຍກວ່າ 20 ເມືດ [11]



ภาพที่ 9 การทดสอบกดตัวตรวจจับแรง FSR ແບຄຸມຂອງນ້ຳຫັກ ແສດ ຄ່ານ້ຳຫັກ ແລະແບສີ

1.8 A simple Foot Plantar Pressure Measurement Platform Using Force-Sensing Resistors บหຄວາມນຶກລ່ວງການແກ້ປູ້ຫາ biometric ຊື່ສາມາດຄາດກາຮົນໄດ້ຈາກກາງຈະຍ້າຫັກທີ່ເທົາ ປະກອບ

ไปด้วยเซ็นเซอร์ FSR-402 30 ตัว แบ่งเป็นด้วยซ้าย 15 ตัว และด้านขวา 15 ตัว ซึ่งปริมาณน้ำหนักที่เท้าขึ้นอยู่กับน้ำหนักตัว (BMI) และเพศ การวัดจะแบ่งออกเป็น 4 ส่วน คือ บริเวณสันเท้า ส่วนกลาง ด้านหน้าแบบไม่มีรัศมีของเท้าและรัศมีของเท้า ผลการวัดพิสูจน์ว่าระบบฝ่าเท้าของผู้หญิงมากกว่าผู้ชาย ดูได้จากขนาดของอัตราส่วนโหลดของเซนเซอร์ [12]



ภาพที่ 10 a) แท่นวัด b) ตำแหน่งเซนเซอร์

ตารางที่ 2 ตารางแสดงข้อดี-ข้อเสียของบทความที่เกี่ยวข้อง

บทความ	ข้อดี	ข้อเสีย
1. Microsystem based portable shoe integrated instrumentation using ultrasonic for gait analysis measurement	<ul style="list-style-type: none"> - มีการเก็บข้อมูลผ่านโปรโตคอลไร้สาย IEEE802.15.4 ทำให้สะดวกในการใช้งาน - มีการบันทึกและเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างระยะห่างระหว่างเท้าที่ปกติและปิดปกติ 	<ul style="list-style-type: none"> - รูปแบบการวัดของ MFC ไม่รองรับพื้นผิวที่ไม่สม่ำเสมอ เช่น การเดินขึ้น-ลงบันได
2. Analysis of the effect of muscle fatigue on gait characteristics using data acquired by wearable sensors	<ul style="list-style-type: none"> - ใช้เทคนิคทางกลศาสตร์ในการวิเคราะห์ข้อมูล - การนำความล้าของกล้ามเนื้อ มาช่วยในการวิเคราะห์การเกิดน 	
3. Integrated sensor system for gait analysis	<ul style="list-style-type: none"> - มีการนำพารามิเตอร์หลายตัวมาใช้ในการวิเคราะห์ เช่น นุ่มของเท้า จำนวนก้าว จังหวะ ความเร็ว 	

	<ul style="list-style-type: none"> - มีการแจ้งเตือนเพื่อส่งข้อมูลผลลัพธ์การเดินของผู้ป่วยให้กับแพทย์ 	
4. Fundamental Reference over Insole Plantar Pressure in terms of Human Body Weight Percentage	<ul style="list-style-type: none"> - สามารถทราบตำแหน่งที่มีการลงน้ำหนักของฝ่าเท้า 	
5. Instrumented insole for weight measurement of frail people	<ul style="list-style-type: none"> - มีการใช้เซนเซอร์ 2 แบบ เพื่อให้เกิดการเปรียบเทียบและมีความละเอียดมากขึ้น 	<ul style="list-style-type: none"> - มีการทดลองเพียงแค่ผู้ชาย - มีการทดลองเพียงแค่คนคล่อง
6. Gait Analysis with Six Axes Inertial Sensor and Force Sensor for Daily Motion	<ul style="list-style-type: none"> - มีการวางแผนที่เซนเซอร์ที่ครอบคลุมทั่วทั้งพื้นรองเท้าที่มีการลงน้ำหนัก 	<ul style="list-style-type: none"> - ในการทดลองมีการทดลองกับผู้หญิง - ไม่ได้กำหนดน้ำหนักของผู้ทดลอง
7. เครื่องวัดแรงกดบนฝ่าเท้าโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์	<ul style="list-style-type: none"> - นำไปทดลองกับผู้ทดลองจริง ทำให้เห็นค่าที่ได้ซัดเจนมากขึ้น 	<ul style="list-style-type: none"> - ขนาดของส่วนควบคุมมีขนาดที่ใหญ่ นำไปใช้งานได้ไม่สะดวก - รายละเอียดของอุปกรณ์และหลักการคำนวณไม่มากพอ
8. A simple Foot Plantar Pressure Measurement Platform Using Force-Sensing Resistors	<ul style="list-style-type: none"> - มีการนำค่า BMI มาร่วมวิเคราะห์ และเปรียบเทียบระหว่างเพศชาย และเพศหญิง 	

2. ความรู้พื้นฐาน เทคนิค เทคโนโลยีและเครื่องมือที่ใช้

2.1 ความรู้พื้นฐาน

- 2.1.1 React เป็น JavaScript Library ใช้สำหรับการทำ User Interface สามารถสร้าง Components เพื่อลดความซับซ้อนและสามารถนำ Components ที่สร้างไว้แต่ละอันไปใช้ซ้ำกับงานอื่นๆได้ [13]
- 2.1.2 TypeScript เป็นภาษา JavaScript ที่พัฒนาแล้ว TypeScript สามารถป้องกันความผิดพลาดในการเขียนโค้ดร่วมกับ React ได้ ทำให้มีประสิทธิภาพมากขึ้นและโค้ดอ่านง่าย เนื่องจาก React มีความยืดหยุ่นในการประยุกต์ตัวแปร จึงใช้ TypeScript ร่วมด้วย เพื่อลดความผิดพลาด [14]
- 2.1.3 MySQL เป็นระบบจัดการฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ (Relational Database Management System) เป็นซอฟต์แวร์แบบ Open-Source รองรับคำสั่ง SQL ใช้เก็บข้อมูล จัดการข้อมูลในรูปแบบของตาราง [15]
- 2.1.4 phpMyAdmin เป็นโปรแกรมที่ใช้จัดการฐานข้อมูล MySQL โดยสามารถจัดการเรื่องการเพิ่ม-ลบข้อมูลในตารางได้ ซึ่งจะไม่จัดการตัวระบบ MySQL โดยตรงแต่จะจัดการผ่านเว็บเบราว์เซอร์ [16]
- 2.1.5 Arduino IDE เป็น Open-Source Software ใช้เขียนโปรแกรม คอมไพล์โปรแกรม และอัปโหลด โปรแกรมลงไปยังบอร์ด เช่น NodeMCU, Arduino [17]

3. เทคโนโลยีและเครื่องมือที่ใช้

3.1 ซอฟต์แวร์

- 3.1.1 phpMyAdmin เป็นโปรแกรมที่ใช้จัดการฐานข้อมูล MySQL โดยสามารถจัดการเรื่องการเพิ่ม-ลบข้อมูลในตารางได้ ซึ่งจะไม่จัดการตัวระบบ MySQL โดยตรงแต่จะจัดการผ่านเว็บเบราว์เซอร์ [16]
- 3.1.2 Arduino IDE เป็น Open-Source Software ใช้เขียนโปรแกรม คอมไпал์โปรแกรม และอัปโหลด โปรแกรมลงไปยังบอร์ด เช่น NodeMCU, Arduino [17]
- 3.1.3 Visual Studio Code เป็น Open-Source พัฒนาโดยบริษัท Microsoft รองรับระบบปฏิบัติการ Windows, macOS, Linux และรองรับหลายภาษา เช่น Typescript, Python, Node.js และ Java ใน Visual Studio Code มี Extensions ให้เลือกหลากหลายตามการใช้งาน [18]

- 3.1.4 React Native คือ เฟรมเวิร์กซอฟต์แวร์ UI แบบ Open-Source เป็นเครื่องมือที่นักพัฒนาใช้พัฒนา Mobile Application ทั้งใน iOS และ Android [19]
- 3.1.5 Node.js คือ JavaScript เป็นแบบ Open-Source ที่ทำงานอยู่ในฝั่งของ Backend ทำหน้าที่เป็น Web Server รองรับระบบปฏิบัติการ Windows, macOS, Linux [20]
- 3.1.6 Figma เป็นเครื่องมือสำหรับนักออกแบบ UX/UI เพื่อออกแบบแอปพลิเคชัน, เว็บไซต์ โลโก้ และอื่นๆ มีความสะดวกในการใช้งานทั้งแบบคนเดียวและหลายคนเนื่องจากมีการทำงานแบบเรียลไทม์ ใช้งานง่าย มีเทมเพลตให้เลือกใช้งานเยอะ หรือสามารถออกแบบเองได้ [21]
- 3.1.7 Xcode แอปพลิเคชันหรือโปรแกรมบนเครื่อง Mac ที่เป็นเครื่องมือเอาไว้ใช้สร้างแอปพลิเคชันบนเครื่อง Mac , Phone , iPad รวมถึงทุกๆแอปพลิเคชันบน iOS [22]

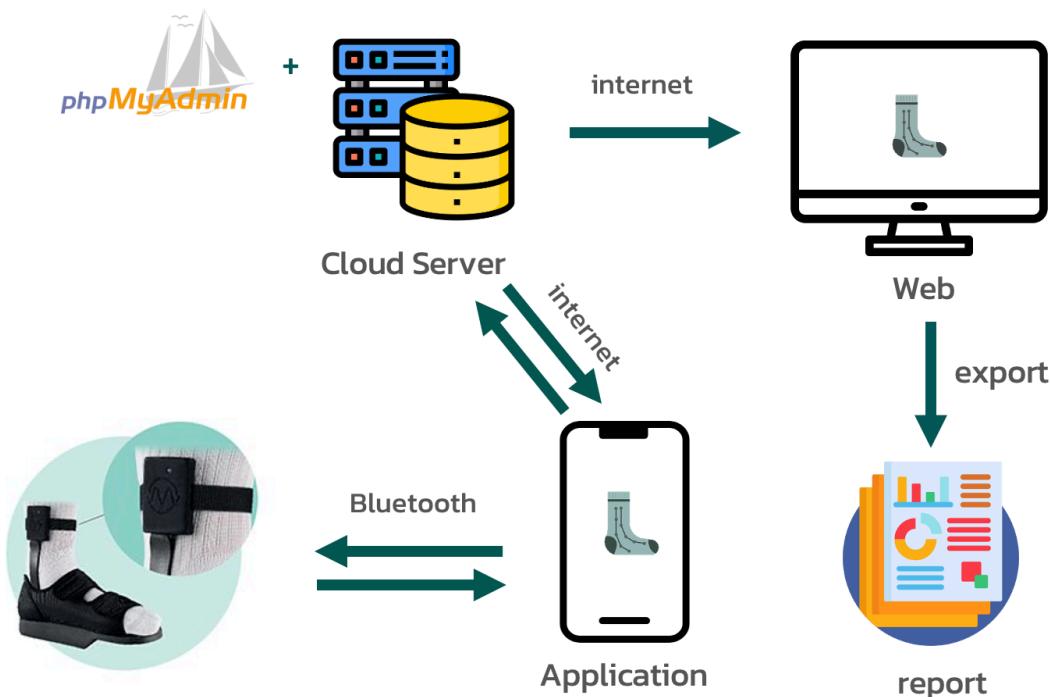
3.2 ฮาร์ดแวร์

- 3.2.1 Force Sensor หรือ เซนเซอร์ตรวจจับแรงกด ใช้ฟิล์มแบบโพลิเมอร์ (PTF) ที่ทนทาน ในการตรวจจับแรงดันไฟฟ้าที่ติดคู่ร่วมตัวแทนเซอร์จะลดลง เมื่อมีแรงมีแรงกระทำ [23]
- 3.2.2 ADS1115 คือ โมดูลสำหรับการแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิตอล ความละเอียดของ ADS1115 อยู่ที่ 16-bit ทำงานผ่าน I2C และยังมี PGA ใช้สำหรับปรับแรงดันไฟฟ้าได้ตั้งแต่ 6.144v - 0.256v [24]
- 3.2.3 TCA9548A I²C Multiplexer คือ โมดูลมัลติเพล็กซ์สัญญาณ เป็นการสื่อสารแบบ I²C ใช้ชิป TCA9548A กำหนด Address ได้ 8 ค่า สามารถต่อทำงานพร้อมกันได้สูงสุด 64 ตัว [25]

บทที่ 3

อุปกรณ์และวิธีการ

1. เนื้อเรื่องย่อ



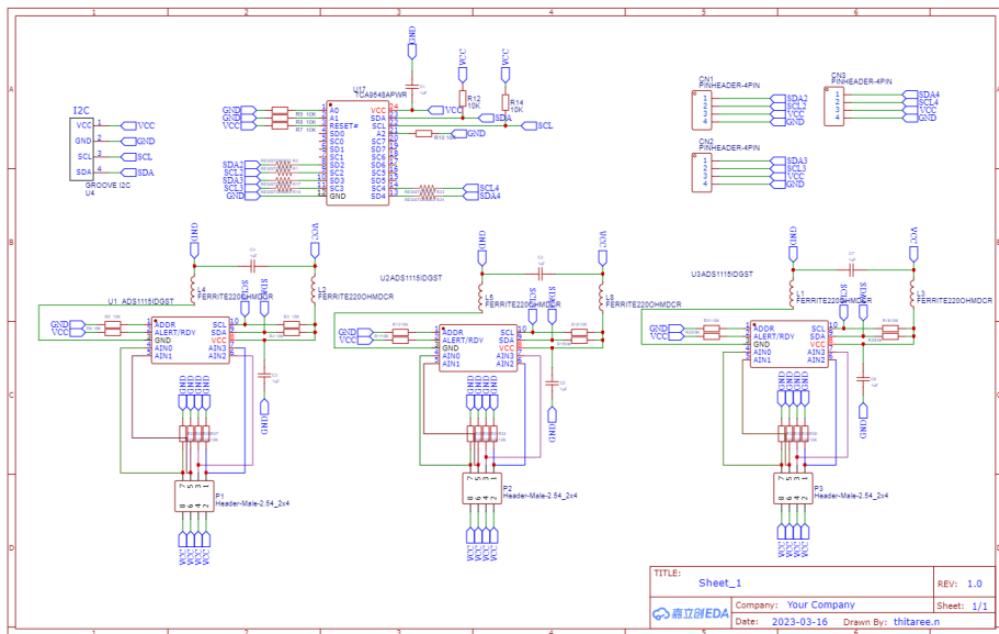
ภาพที่ 11 ภาพรวมของระบบ

อุปกรณ์วิเคราะห์การเดินด้วยเซนเซอร์ที่สามารถใช้ได้ ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อแก้ปัญหาให้กับแพทย์ นักกายภาพบำบัดในเรื่องของการติดตามอาการของผู้ป่วยและเก็บข้อมูลไว้สำหรับการนำใบวิเคราะห์ เพื่อหาแนวทางในการรักษาในขั้นตอนต่อไปได้ อุปกรณ์ที่ทางคณะผู้จัดทำใช้ ประกอบด้วย Force Sensor, M5StickC-Plus, ADS1115, TCA9548A I²C Multiplexer ซึ่งตัวอุปกรณ์จะเชื่อมต่อกับแอปพลิเคชันผ่านบลูทูธ เพื่อส่งข้อมูลที่ได้รับจาก Force Sensor ไปเก็บยัง Database หลังจากนั้นแอปพลิเคชันและเว็บไซต์จะดึงข้อมูลมาแสดงผล ในแอปพลิเคชันมีการแสดงผลการนับจำนวนการก้าวเดินในแต่ละวัน การลงน้ำหนักที่ฝ่าเท้าของผู้ใช้ ในเว็บไซต์สำหรับแพทย์หรือนักกายภาพบำบัด 医师可以使用该设备来监测病人的步态，并将其数据存储在数据库中。然后，应用程序和网站将从数据库中检索数据并显示给医生。医生可以查看病人的步态数据，以便更好地治疗病人。

พื้นรองเท้าติดเซนเซอร์ โดยใช้ Force Sensor 12 ตัวแบ่งเป็น 4 ตัวเชื่อมต่อกับ ADS1115 ทั้งหมด 3 ตัว ซึ่งใน ADS1115 มี Program Gait Amplifier (PGA) ทำหน้าที่ขยายสัญญาณ และใช้ TCA9548A I²C

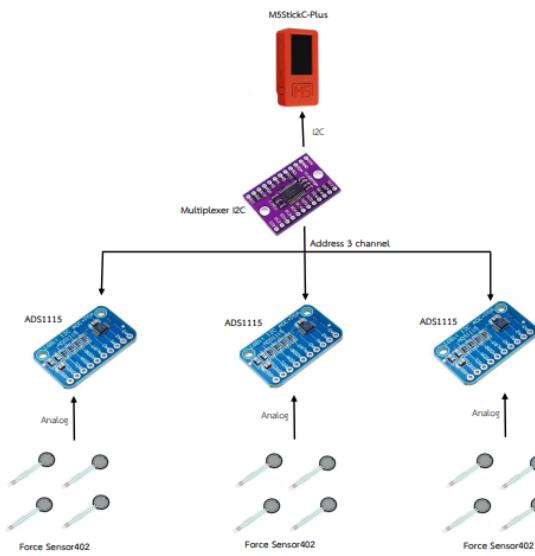
Multiplexer เป็นตัวใช้ทั้งหมดเพื่อเข้ามารองรับกับ M5StickC-Plus ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 ซึ่งสามารถรับส่งข้อมูลผ่านบลูทูธ ได้ และเป็นสื่อกลางในการรับส่งข้อมูลจากเซนเซอร์ไปเก็บยังแอปพลิเคชัน

ส่วนของฮาร์ดแวร์



ภาพที่ 12 ภาพรวมการทำงานของฮาร์ดแวร์

จากภาพที่ 12 เพื่อให้อุปกรณ์มีขนาดเล็กและใช้งานได้สะดวกมากขึ้น เราจึงทำการต่อวงจรสำหรับการส่งข้อมูลของอุปกรณ์ ซึ่งเราได้ใช้ IC ของ ADS1115 และ TCA9548A I²C Multiplexer และมี Jumper smd เพื่อใช้ในการทดสอบ Address

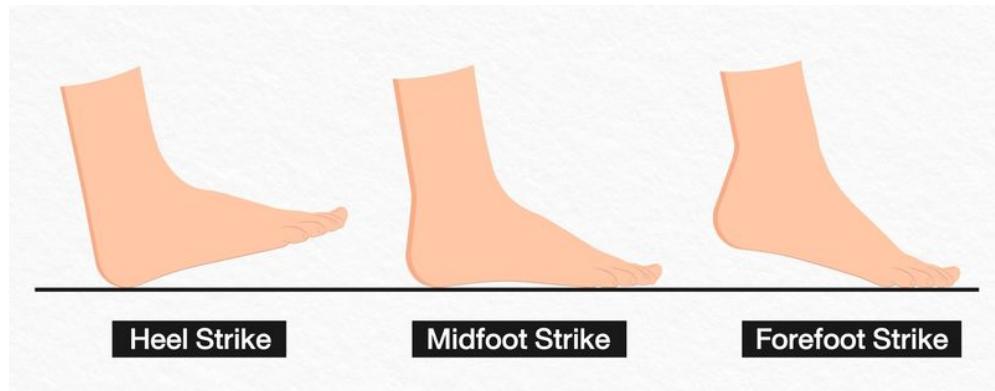


ภาพที่ 13 แผนภาพแสดงอุปกรณ์

จากภาพที่ 13 อุปกรณ์วิเคราะห์การเดินด้วยเซนเซอร์ที่สามารถสัมผัสด้วย M5StickC-Plus เป็นหน่วยประมวลผล ซึ่งที่หน้าจอของ M5StickC-Plus จะมีการแสดงจำนวนก้าวการเดิน และ Battery เป็น Voltage นอกเหนือนี้ยังมีวัดค่าการลงน้ำหนักที่ผ่านทาง Force Sensor 12 ตำแหน่ง ซึ่งค่าที่ได้จะเป็น Analog แล้วทำการส่งต่อไปยัง ADS1115 เนื่องจากเราใช้ sensor 12 ตัว และ ADS1115 1 ตัว รับ input ได้ 4 ช่อง ดังนั้นเราจะใช้ Multiplexer I2C มาเป็นตัวช่วยในการกำหนด Address เพื่อให้สามารถทำงานพร้อมกันได้หลายตัวและซองสัญญาณไม่ชนกัน

ลักษณะการเดิน

โดยปกติการลักษณะการเดินที่ถูกต้องคือ เดินลงน้ำหนักที่ส้นเท้าแล้วค่อยวางเท้าลงจนเต็มฝ่าเท้ากดปลายเท้า และยกส้นเท้าขึ้นเพื่อส่งน้ำหนักไปที่เท้าส่วนหน้าดังรูปภาพ [26]



ภาพที่ 14 ลักษณะการเดิน

ลักษณะเท้า

การยืนของคนเรา ในขณะยืนน้ำหนักตัวประมาณ 60% กดลงที่ส้นเท้าอีก 40% กดลงที่สันเท้า ส่วนหน้า ขณะเดินเท้ารับน้ำหนัก 120% ของน้ำหนักตัวลักษณะเท้าของคนเรามี 3 ประเภทแบ่งได้ตามรูปภาพด้านล่าง

OVERPRONATION Flat foot (Fallen arch)			
MILD PRONATION Normal foot			
UNDER PRONATION Hollow foot (High arch)			

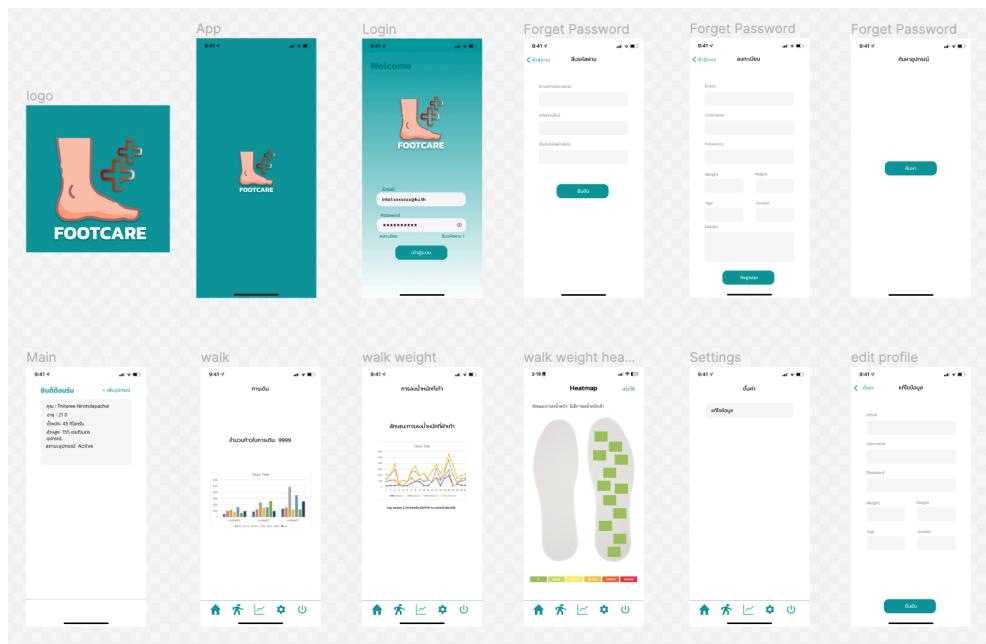
ภาพที่ 15 ลักษณะเท้า

1. Overpronation : เรียกว่าเท้าแบน เท้าล้ม จะมีอุ้งเท้าแบน (Flat arch) อาจมีโค้งของอุ้งเท้าน้อยหรือไม่มีเลย ทำให้มีลักษณะแบบราบ เมื่อส่วนโค้งหายไป น้ำหนักของลำตัวจะกดลงโดยตรงที่กระดูกเท้าและพังผืด กล้ามเนื้อเท้าจะไม่แข็งแรง ทำให้เท้าแบนลง ส่งผลให้มีความเสี่ยงในการเกิดอาการปวดเท้าได้มาก

2. Neutral : เรียกว่าเท้าปกติ จะมีอุ้งเท้าปกติ (Normal arch) เป็นอุ้งเท้าที่สามารถพับได้มากที่สุด เป็นอุ้งที่มีส่วนเว้าส่วนโคงที่พองเหมาะสมจะมีพื้นที่ของฝ่าเท้าในการรองรับน้ำหนักกล้ามเนื้อเท้าจะมีความกระชับแข็งแรงรองรับแรงกระแทกได้ดีทำให้มีความสมดุลในการลงน้ำหนักตัวได้ดี
3. Under pronation : จะเรียกว่าเป็นอุ้งเท้าสูง (High arch) เท้านี้จะมีความโค้งของอุ้งเท้ามากกว่าปกติ อุ้งเท้าเว้าลึกเกินครึ่งฝ่าเท้า เหลือพื้นที่รับน้ำหนักตัวแค่ 2 จุดเท่านั้นคือ ปลายเท้าและส้นเท้า ทำให้ฝ่าเท้าต้องรองรับน้ำหนักที่ไม่สมดุล เวลาเดินลงน้ำหนักจะเกิดแรงกระแทกค่อนข้างมากกว่าลักษณะเท้าแบบอื่นอาจเจ็บบริเวณฝ่าเท้าด้านหน้า เจ็บสันเท้า เจ็บอุ้งเท้า หรือข้อเท้าได้ กลายเป็นรองซ้ำ เจ็บตา ปลา [27]

ส่วนของซอฟต์แวร์

การติดตามผลการเดิน การลงน้ำหนักที่ฝ่าเท้า สามารถแบ่งเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนของผู้ใช้อุปกรณ์และส่วนของแพทย์ผู้ติดตามอาการของผู้ป่วย และพลิกเช่นรับข้อมูลจาก M5StickC-Plus และส่งข้อมูลไปเก็บที่ Database

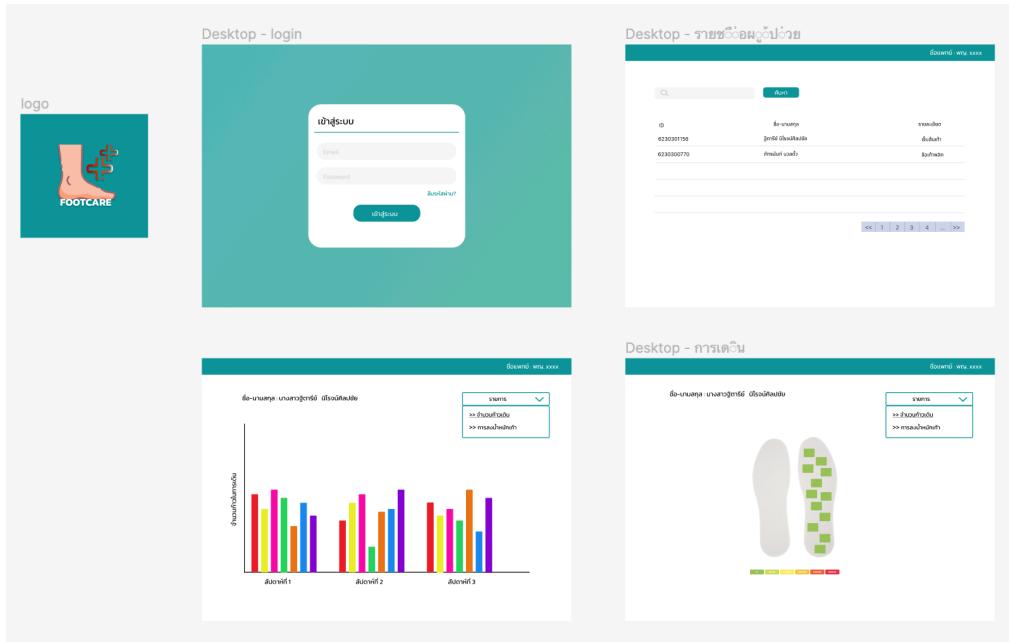


ภาพที่ 16 Figma ของแอปพลิเคชัน

ผู้ใช้งาน

ผู้ใช้งานอุปกรณ์สามารถดูลักษณะการลงน้ำหนักที่ฝ่าเท้าของตนเองได้ผ่านแอปพลิเคชัน เริ่มต้นผู้ใช้ต้องทำการเข้ามาระบบอุปกรณ์กับแอปพลิเคชันผ่านบลูทูธ และทำการลงทะเบียนผ่าน Email โดยหน้าจอต้องกรอก Username และ Password เมื่อทำการลงทะเบียนเรียบร้อยแล้ว ต้องกรอกข้อมูลส่วนตัว เช่น

ชื่อ-สกุล, เพศ, อายุ, น้ำหนัก, ส่วนสูง, อาการเบื้องต้น เพื่อใช้เป็นส่วนหนึ่งในการวิเคราะห์ข้อมูล ในส่วนของหน้าหลัก (Home) จะแสดงข้อมูลพื้นฐานของผู้ใช้ ได้แก่ จำนวนการก้าวเดิน ลักษณะท่าทางของผู้ใช้ เช่น การเดิน ยืน หรือนั่ง ผู้ใช้สามารถเข้าดูรายละเอียดเพิ่มเติมของจำนวนการก้าวเดินได้ เช่น สถิติ จำนวนการก้าวเดินในแต่ละวัน



ภาพที่ 17 Figma ของเว็บ

แพทย์ นักกายภาพบำบัด

แพทย์ นักกายภาพบำบัดสามารถเข้าดูข้อมูลของผู้ป่วยผ่านเว็บไซต์ ซึ่งแพทย์สามารถเข้าสู่ระบบ ด้วย Email ของแพทย์ ในหน้าหลัก (Home) 医師สามารถดูคันทรารายชื่อผู้ป่วยที่ใช้อุปกรณ์ได้จาก Username ของผู้ป่วย ในส่วนของหน้าแสดงข้อมูลทั่วไปของผู้ป่วย จะแสดงข้อมูลพื้นฐานที่ผ่านใช้งาน อุปกรณ์ได้กรอกไว้ในขั้นตอนการลงทะเบียน และแสดงข้อมูลการเดิน การลงน้ำหนักที่เท้าของผู้ป่วย

2. รายละเอียดวิธีการ

อาร์ดแวร์

พื้นรองเท้าติดเซอร์เพื่อเก็บข้อมูลการลงน้ำหนักที่ฝ่าเท้า โดยใช้ Force Sensor หรือเซนเซอร์วัดแรงกด ซึ่งจะส่งข้อมูลผ่าน M5StickC-Plus โดยใช้บลูทูธเป็นตัวกลางในการส่งข้อมูลไปยังแอปพลิเคชัน และในส่วนของแอปพลิเคชันส่งข้อมูลไปเก็บที่ Database

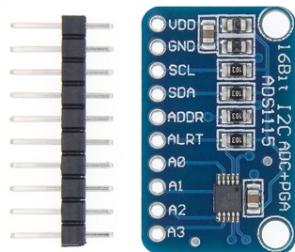
อุปกรณ์ที่ใช้

1. M5StickC-Plus



រាយវិះ 18 M5StickC-Plus

2. ADS1115



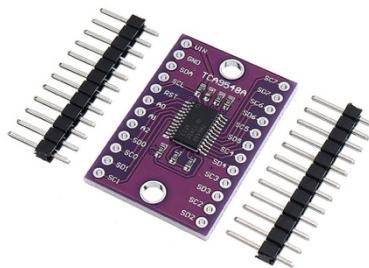
រាយវិះ 19 ADS1115

3. Force Sensor



រាយវិះ 20 Force Sensor (FSR 402)

4. TCA9548A I²C Multiplexer



ภาพที่ 21 TCA9548A I²C Multiplexer

รูปแบบของอุปกรณ์

ภาพที่ 22 รูปแบบของอุปกรณ์

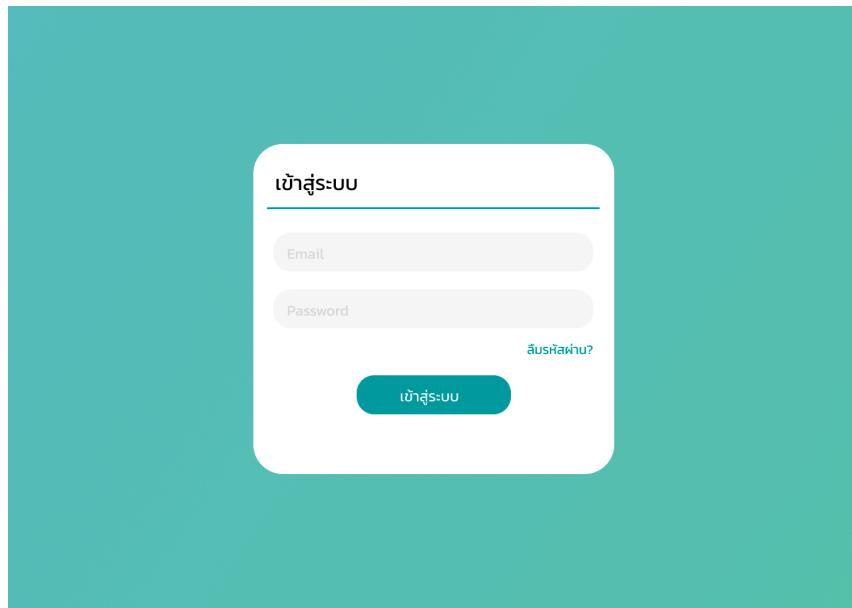
จากภาพที่ 22 เราได้ใช้เซ็นเซอร์วัดแรงกดทั้งหมด 12 ตัว ติดตามตำแหน่งต่างๆของแผ่นรองเท้า ซึ่งตำแหน่งของการวางเซ็นเซอร์เราได้แบ่งตามลักษณะการลงน้ำหนักเท้า 3 พื้นที่หลักคือ อุ้งเท้า กลางเท้า และสันเท้า เป็นหลัก[3.1] และมีแผ่น PCB ที่ประกอบไปด้วยวงจรตามรูปภาพที่ ซึ่งแผ่น PCB เราได้ออกแบบให้มีรูปทรงที่เหมาะสมกับการติดกับแผ่นรองเท้าเพื่อให้สามารถใช้กับอุปกรณ์ได้สะดวกมากขึ้น

ซอฟต์แวร์

แพทย์ นักกายภาพบำบัด

ในส่วนของแพทย์ นักกายภาพบำบัด สามารถดูข้อมูลของผู้ป่วยผ่านทางเว็บไซต์ โดยข้อมูลที่แสดงผ่านเว็บไซต์คือ ลักษณะการเดิน การลงน้ำหนักที่เท้า การวิเคราะห์

ส่วนที่ 1 การเข้าใช้งาน แพทย์ นักกายภาพบำบัด ลงทะเบียนเข้าใช้งานเว็บไซต์ด้วย Email



ภาพที่ 23 หน้าเข้าสู่ระบบของแพทย์ นักกายภาพบำบัด เข้าสู่ระบบโดย Email และ Password

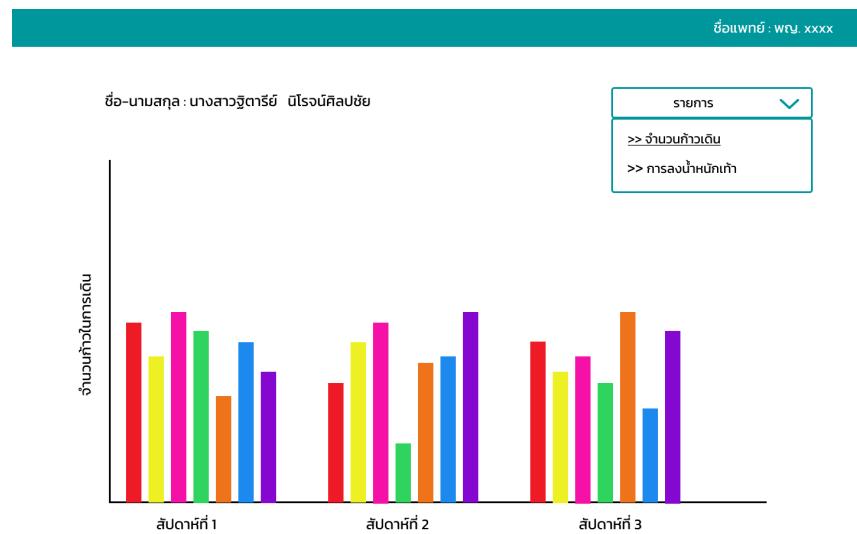
ส่วนที่ 2 การใช้งาน แพทย์ นักกายภาพบำบัด สามารถเข้าดูผลการเดิน การลงน้ำหนักเท้าของผู้ป่วยแต่ละ คนได้ ซึ่งหน้าหลัก มีช่องสำหรับกรอกข้อมูลผู้ป่วยเพื่อหาข้อมูลของผู้ป่วย

ID	ชื่อ-นามสกุล	รายละเอียด
6230301156	วิจารณ์ บีโรนเดือนชัย	เข้มข้นมาก
6230300770	กักรับนก มวลเรือง	บ้องก่าพลัง

ภาพที่ 24 หน้าหลักหลังจากเข้าสู่ระบบ หน้านี้จะแสดงข้อมูลผู้ป่วย สามารถคลิกที่ ID ของผู้ป่วยเพื่อดูข้อมูลของผู้ป่วยได้ หน้าแสดงข้อมูลของผู้ป่วยเมื่อทำการกรอกข้อมูลเพื่อค้นหาชื่อของผู้ป่วยแล้ว สามารถคลิกที่ ID และจะแสดงการลงน้ำหนักเท้าของผู้ป่วย ข้อมูลแบบกราฟแสดงจำนวนก้าวการเดินของผู้ป่วย



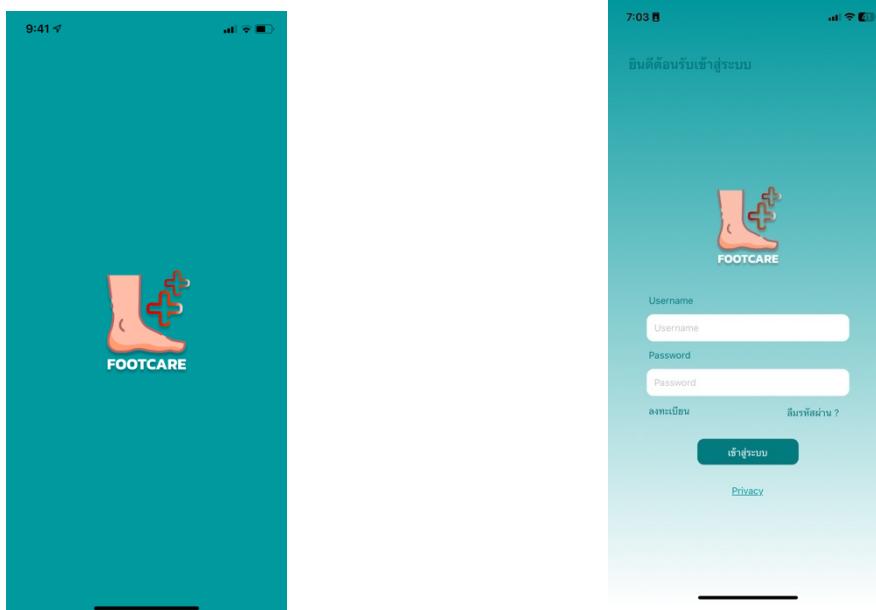
ภาพที่ 25 หน้านี้แสดงข้อมูลหลังจากคลิกที่ ID ของผู้ป่วย จะแสดงการลงน้ำหนักเท้าของผู้ป่วย และสามารถเลือกรายการเพื่อไปดูจำนวนก้าวเดินของผู้ป่วยได้



ภาพที่ 26 หลังจากเลือกรายการเป็นจำนวนการก้าวเดิน หน้านี้จะแสดงเป็นกราฟจำนวนการก้าวเดินในแต่ละวันของผู้ป่วย

บุคคลทั่วไป

แอปพลิเคชันแสดงข้อมูลที่ได้จากอุปกรณ์และข้อมูลทั่วไปที่เกี่ยวข้องกับผู้ใช้ ส่วนที่ 1 การลงทะเบียน เชื่อมต่อแอปพลิเคชันกับอุปกรณ์ แอปพลิเคชันสามารถเชื่อมต่อเข้ากับอุปกรณ์ผ่านบลูทูธ เมื่อเชื่อมต่อเรียบร้อย สามารถเข้าหน้าลงทะเบียนเพื่อเข้าสู่หน้าแอปพลิเคชัน โดยมีการกรอกข้อมูลเพื่อสมัครการใช้งาน ได้แก่ Email, Username, Password, น้ำหนัก, ส่วนสูง, อายุ, เพศ, รายละเอียด



ภาพที่ 28 หน้าเริ่มต้นของแอปพลิเคชัน

ภาพที่ 27 หน้าล็อกอินของแอปพลิเคชัน

ภาพที่ 30 หน้าลงทะเบียนเพื่อเข้าใช้แอปพลิเคชัน

ภาพที่ 29 หน้าสำหรับเปลี่ยนรหัสผ่าน

ส่วนที่ 2 เนื้อหา



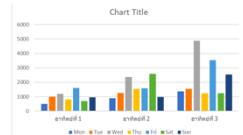
ภาพที่ 32 เมื่อผู้ใช้งานได้ทำการเข้าสู่ระบบแล้ว



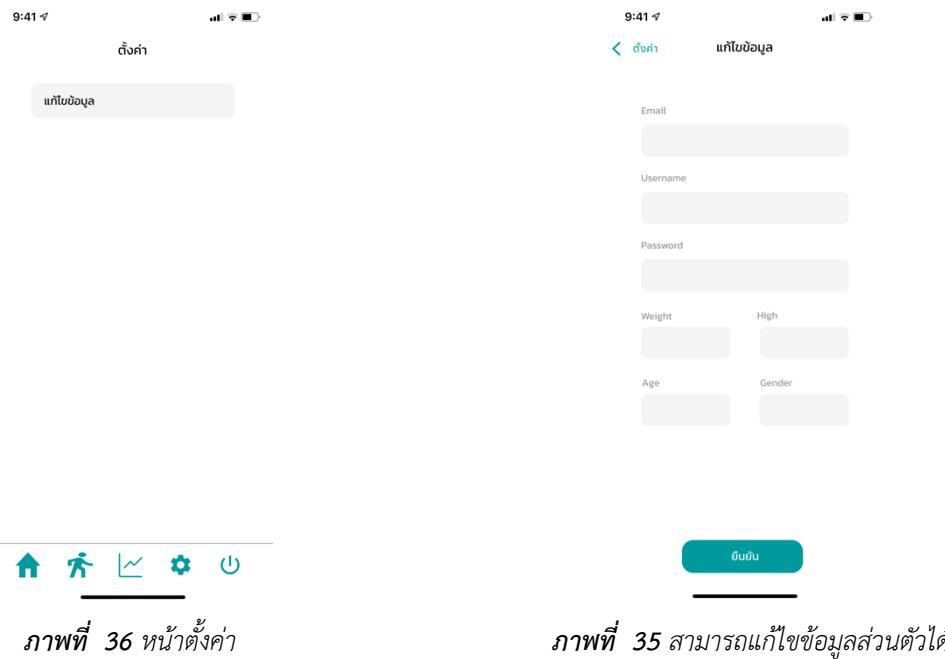
ภาพที่ 34 กดไอค่อน Insole เพื่อแสดงการลงน้ำหนัก.

ภาพที่ 31 กดเพิ่มอุปกรณ์เพื่อเชื่อมบลูทูธ กับอุปกรณ์

จำนวนก้าวในการเดิน: 9999



ภาพที่ 33 กดไอค่อนแสดงจำนวนจำนวนการก้าวเดิน



บทที่ 4

ผลและวิจารณ์

1. ผลการสอบระบบโดยรวม

การทดสอบระบบโดยรวม ทำการทดสอบโดย การเปิด-ปิด อุปกรณ์โดยกดได้ปุ่มด้านข้างของ M5StickC-Plus เปิดแอปพลิเคชันเพื่อเชื่อมบลูทูธ จากนั้นสามารถทดสอบ โดยการเหยียบที่แผ่นรองเท้า และค่อยตรวจสอบที่แอปพลิเคชันว่าลักษณะเท้าของผู้ใช้มีการลงน้ำหนักจุดใดบ้าง

2. ผลการทดสอบในส่วนย่อย

ในส่วนของการทดสอบระบบในส่วนย่อย แบ่งการทดสอบเป็น การลงน้ำหนักเท้า การยืน การนั่ง ซึ่งใน การทดสอบนี้ ได้ทำการทดสอบกับเพศหญิง

ทำการทดสอบลักษณะการลงน้ำหนักที่ฝ่าเท้าและลักษณะของฝ่าเท้า

ให้ผู้ทดสอบบืนบนแผ่นรองเท้าที่มีเซนเซอร์ติดอยู่ โดยเป็นการยืนตัวตรง ขณะยืน ควรลงน้ำหนักส่วนใหญ่ไปที่ส้นเท้าทั้ง 2 ข้าง เท้าทั้ง 2 ข้างแยกออกจากกันในระดับเดียวกับหัวไหล่ และสามารถติดตามการแสดงผลผ่านทางแอปพลิเคชัน ซึ่งได้ผลการทดสอบว่าผู้ทดสอบมีลักษณะฝ่าที่ปกติหรือ Normal foot

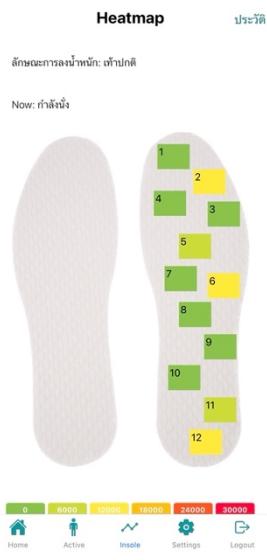
ทำการทดสอบการยืน และการนั่ง

ให้ผู้ทดสอบนั่ง และวางเท้าลงบนแผ่นรองเท้า ติดตามผลผ่านทางแอปพลิเคชัน ซึ่งระบบจะสามารถวิเคราะห์ได้ว่าขณะนี้ผู้ใช้ได้ทำการยืน หรือนั่งอยู่

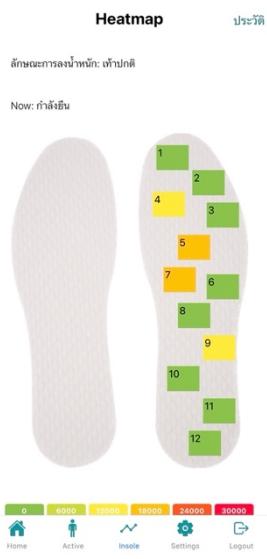
3. ผลการทดสอบจากผู้ใช้งานจริง

ผลการทดสอบจากผู้ใช้จริง เราได้ทำการทดสอบตามขั้นตอนด้านบน และติดตามผลผ่านทางแอปพลิเคชัน ซึ่งทางแอปพลิเคชัน จะแสดงผลการลงน้ำหนักที่บริเวณตำแหน่งๆ ของฝ่าเท้า ลักษณะของฝ่าเท้า ณ เวลาที่ผู้ใช้กำลังยืน หรือนั่งอยู่

ภาพจากแอปพลิเคชันขณะทดสอบ



ภาพที่ 37 ขณะทำการทดสอบ (1)



ภาพที่ 38 ขณะทำการทดสอบ (2)

บทที่ 5

สรุปและข้อเสนอแนะ

อุปกรณ์วิเคราะห์การเดินด้วยเซนเซอร์ที่สามารถใช้ได้ในชีวิตประจำวัน เป็นอุปกรณ์ที่พัฒนาขึ้นมาเพื่อช่วยแพทย์ นักกายภาพบำบัด บุคคลทั่วไป ในเรื่องของการลงน้ำหนักเท้า โดยโครงงานนี้ใช้การประมวลผลแบบ real-time ในการแสดงจังหวะการลงน้ำหนักเท้า ซึ่งจะแสดงออกมาในรูปแบบของ Heatmap โดยจะแสดงค่าสีตามที่กำหนดไว้ตามค่าแรงที่อุปกรณ์รับมา

ข้อเสนอแนะ

ปัญหาการพัฒนาโครงงาน

เนื่องจากการแสดงข้อมูลแบบ Real-Time ทำให้มีข้อจำกัดในเรื่องความเร็วของอุปกรณ์ ทำให้การแสดงข้อมูลผ่านแอปพลิเคชันมีค่า delay บางเล็กน้อย ปัญหาการลงน้ำหนักเท้าสำหรับผู้หญิงและผู้ชาย ซึ่งมีความแตกต่างกันจึงอาจทำการวิเคราะห์ได้ยากกับแพทย์ในการเข้าใจการลงน้ำหนักของผู้ใช้ ปัญหาของขนาดแผ่นรองเท้ารวมถึงจำนวนเซนเซอร์ที่ติด อาจต้องกำหนดขนาดเท้าของผู้ใช้แต่ละคนโดยเฉพาะและจำนวนเซนเซอร์ให้ครอบคลุมฝ่าเท้าของผู้ใช้มากที่สุดเพื่อให้มีการวัดออกมากได้อย่างสมบูรณ์มากที่สุด ปัญหาของแบตเตอรี่ เนื่องจาก M5StickC-Plus มีปริมาณแบตเตอรี่ที่น้อย 120 mAH จึงไม่สะดวกในการนำมาใช้จริงในชีวิตประจำวัน

แนวทางพัฒนาต่อ

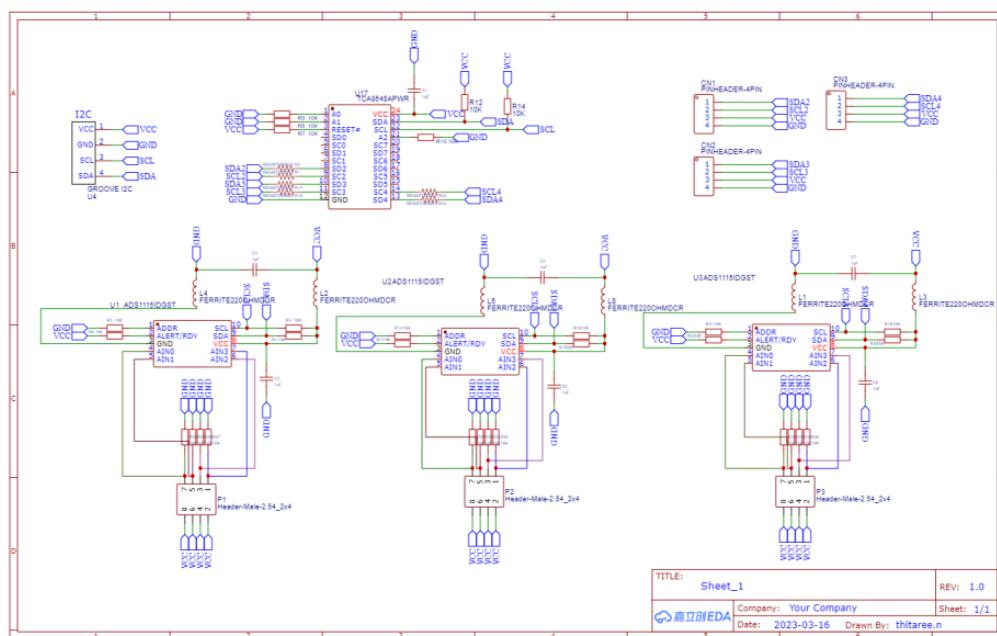
ส่วนของอุปกรณ์ เพิ่มแบตเตอรี่ให้กับ M5StickC-Plus เพื่อให้ใช้งานได้นานขึ้น และอาจเพิ่มจำนวนเซนเซอร์ให้มากขึ้นเพื่อให้ครอบคลุมการใช้งานมากขึ้น เพิ่มการวิเคราะห์ด้วย Machine Learning เพื่อให้ผู้ใช้สามารถรู้ลักษณะการเดินของตนเองได้โดยไม่ต้องรอแพทย์พิจารณาอย่างเดียวและเป็นการลดงานให้แพทย์ด้วย

ภาคผนวก

ก1

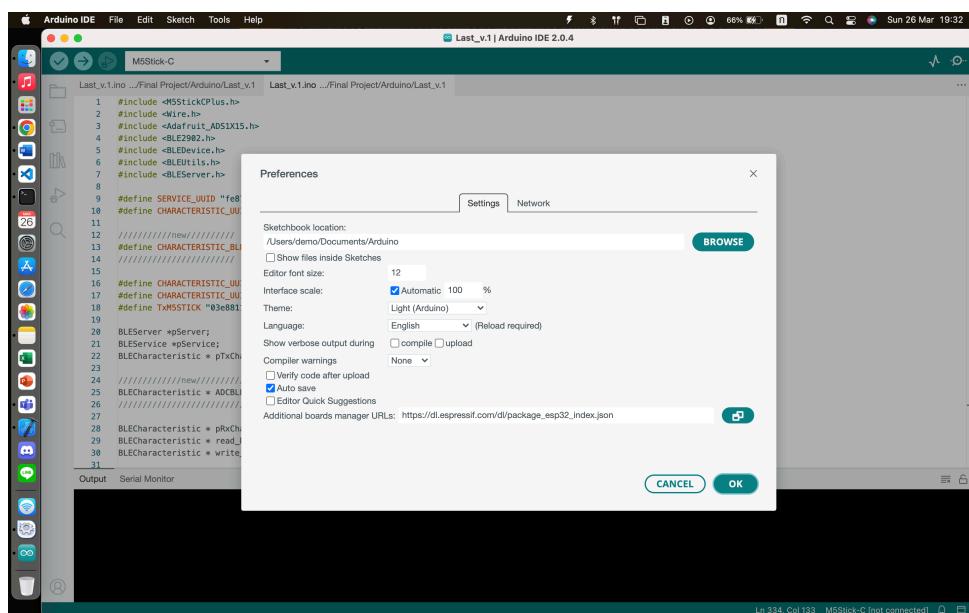
คู่มือการติดตั้งระบบ

ในขั้นตอนก่อนที่จะติดตั้งระบบในส่วนของฮาร์ดแวร์นั้นต้องทำการออกแบบ PCB ก่อน เนื่องจากจะใช้ชิปของ ADS1115 และ TCA9548A I²C Multiplexer ในการติดตั้ง โดยทำการบัดกรีชิปลงใน PCB ก่อน ในการติดตั้งนั้นให้ทำการต่อ Force Sensor กับ ADS1115 ซึ่งจะใช้ Force Sensor ทั้งหมด 12 ตัว แบ่งเป็น กลุ่ม กลุ่มละ 4 ตัว และใช้ ADS1115 ทั้งหมด 3 ตัว และต่อขา Force Sensor กับตัวต้านทาน (Resistor) ขนาด 10k เข้ากับ Ground จากนั้นต่อ ADS1115 ที่ต่อ กับ Force Sensor ทุกตัวแล้ว เข้ากับ TCA9548A I²C Multiplexer ตามตารางต่อไปนี้จากนั้นต่อ TCA9548A I²C Multiplexer กับ M5StickC-Plus ตามภาพด้านล่าง



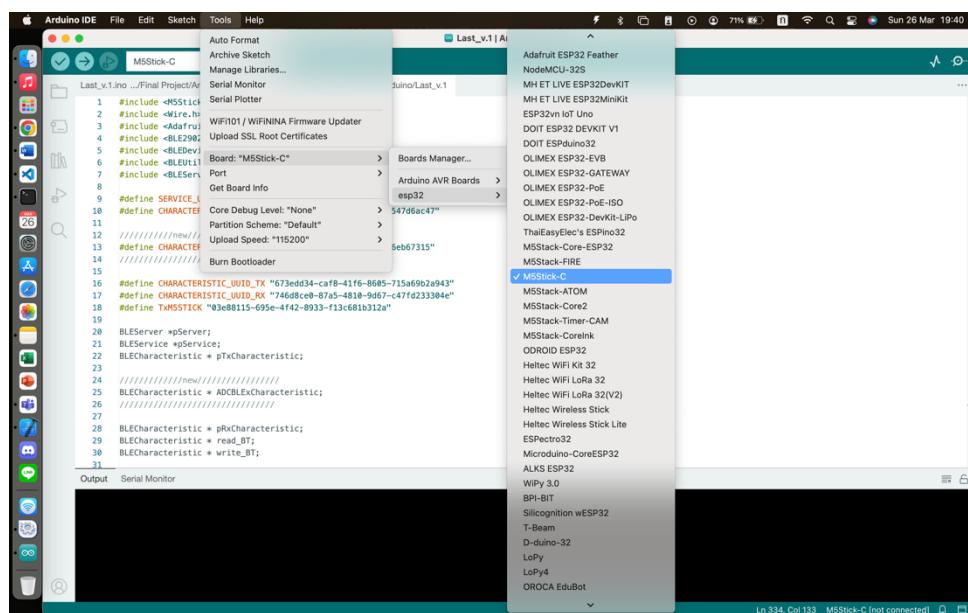
ในการติดตั้งระบบบорт่างๆของอาร์ดูอิน IDE ให้เข้าไปที่ Preferences > Settings > Additional boards manager

- Arduino IDE จากเร็ปไซต์แล้ว ให้เข้าไปที่ Preferences > Settings > Additional boards manager URLs: ให้ทำการใส่ลิงค์ของ esp32 (https://dl.espressif.com/dl/package_esp32_index.json)

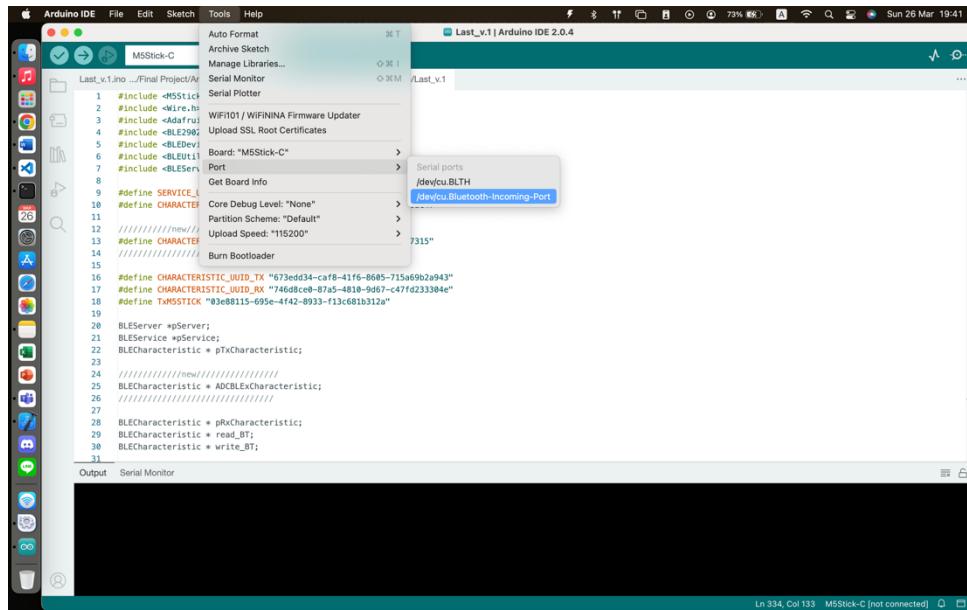


ภาพที่ 40 ตั้งค่าใน Arduino IDE

- จากนั้นเลือกบอร์ดโดยไปที่ Tools > Board: > esp32 > M5Stick-C และเลือก Port

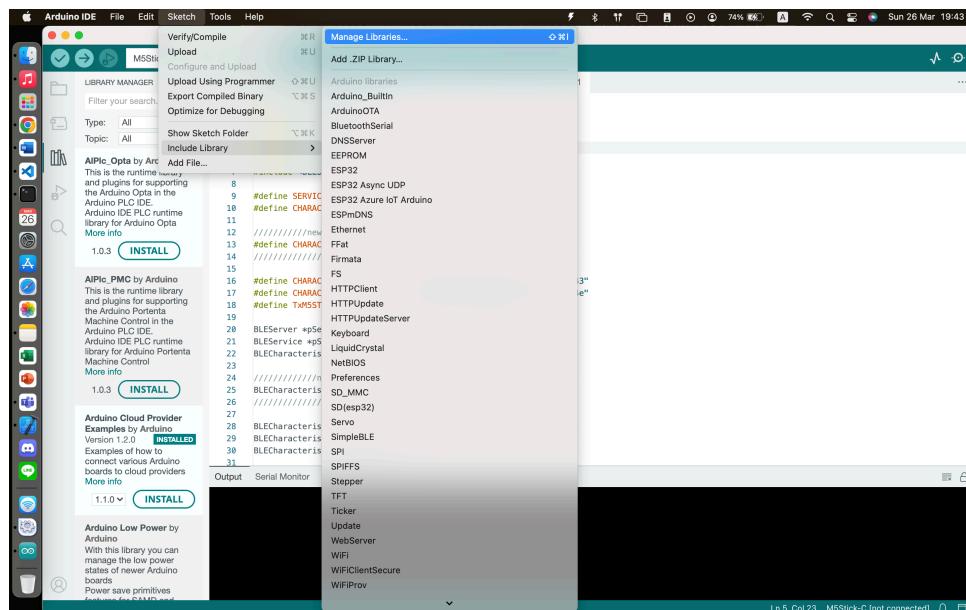


ภาพที่ 41 เลือกบอร์ดเป็น M5StickC-Plus



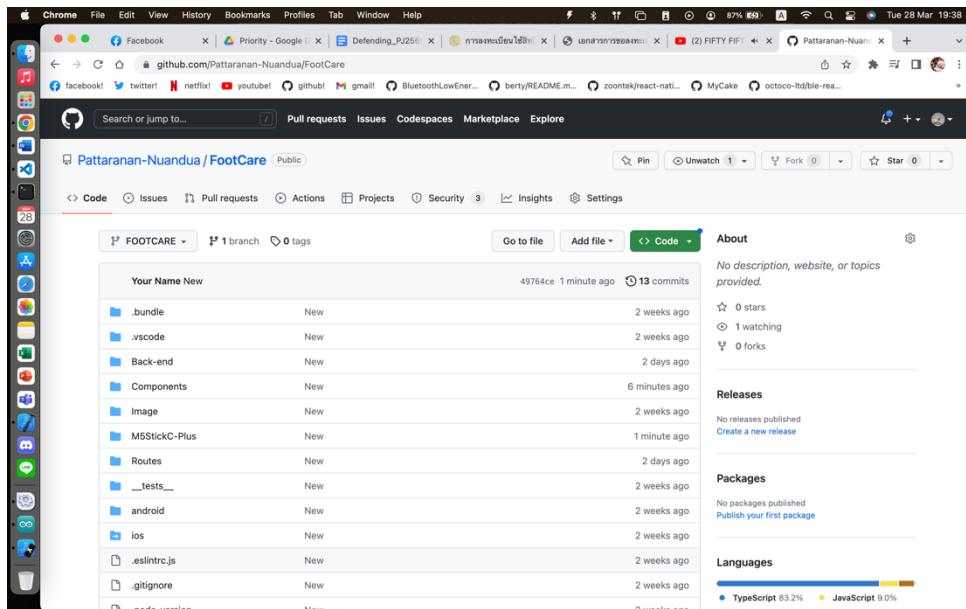
ภาพที่ 42 เลือก Port

3. ทำการติดตั้ง Library ได้แก่ M5StickCPlus.h, Wire.h, Adafruit_ADS1X15.h, BLE2902.h, BLEDevice.h, BLEUtils.h, BLEServer.h

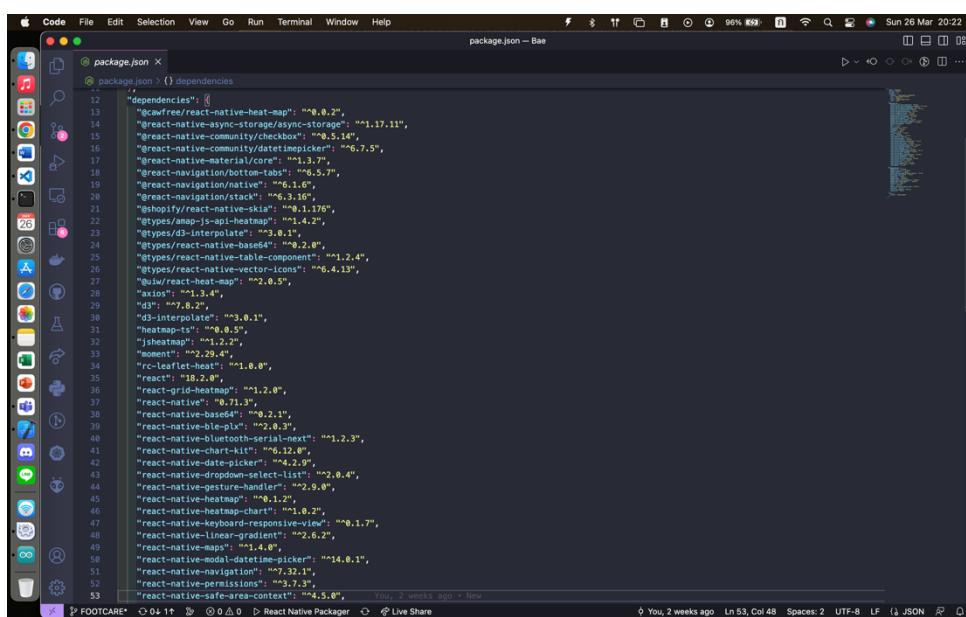


ภาพที่ 43 ติดตั้ง Library สำหรับใช้งานอุปกรณ์

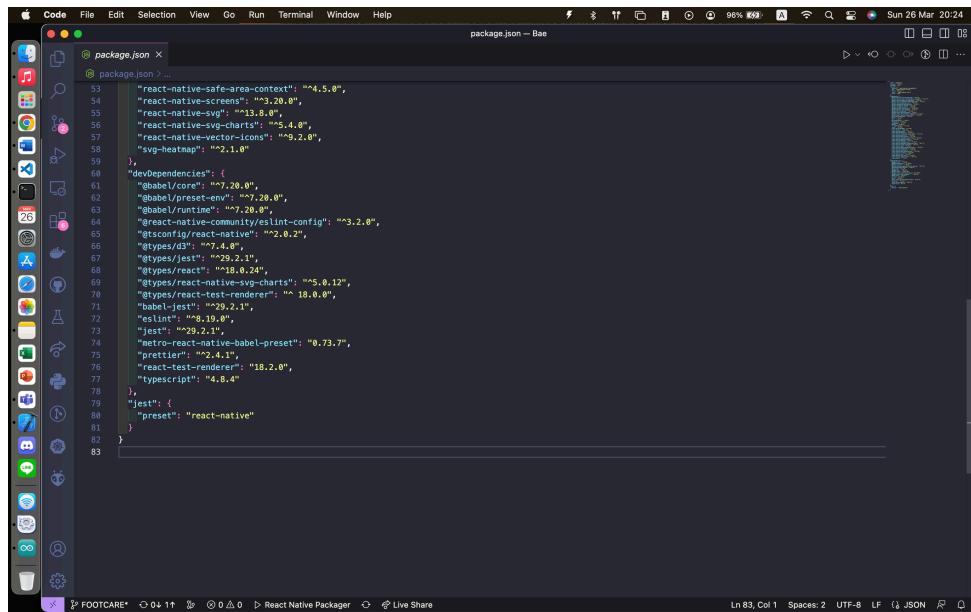
- ทำการดาวน์โหลดโค้ดสำหรับอป์โหลดลงM5StickC-Plusและโค้ดสำหรับแอปพลิเคชันได้ที่ <https://github.com/Pattaranan-Nuandua/FootCare.git> โดยทำการ Clone git และทำการติดตั้ง Library



ภาพที่ 44 Github ของโปรเจกต์



ภาพที่ 45 Library ที่ใช้ (1)



```

Code File Edit Selection View Go Run Terminal Window Help
package.json - Bar
package.json >
53   "react-native-safe-area-context": "^4.5.0",
54   "react-native-screens": "3.1.20.0",
55   "react-native-svg": "13.8.0",
56   "react-native-svg-charts": "5.4.0",
57   "react-native-vector-icons": "9.2.0",
58   "svg-heatmap": "2.1.0"
59 },
60   "devDependencies": {
61     "@babel/core": "^7.28.0",
62     "@babel/reset-env": "^7.28.0",
63     "@babel/runtime": "^7.28.0",
64     "@react-native-community/eslint-config": "3.2.0",
65     "@tsconfig/react-native": "2.0.2",
66     "@typescript-eslint/dts": "4.2.0",
67     "@typescript-eslint/parser": "5.2.1",
68     "@typescript/react": "18.0.24",
69     "@types/react-native-svg-charts": "5.6.12",
70     "@types/react-test-renderer": "18.0.6",
71     "babel-jest": "29.2.1",
72     "eslint": "8.19.0",
73     "jest": "29.2.1",
74     "metro-react-native-babel-preset": "0.73.7",
75     "prettier": "2.4.1",
76     "react-test-renderer": "18.2.0",
77     "typescript": "4.8.4"
78   },
79   "jest": {
80     "preset": "react-native"
81   }
82 }
83

```

Ln 83, Col 1 Spaces: 2 UTF-8 LF JSON ⌂

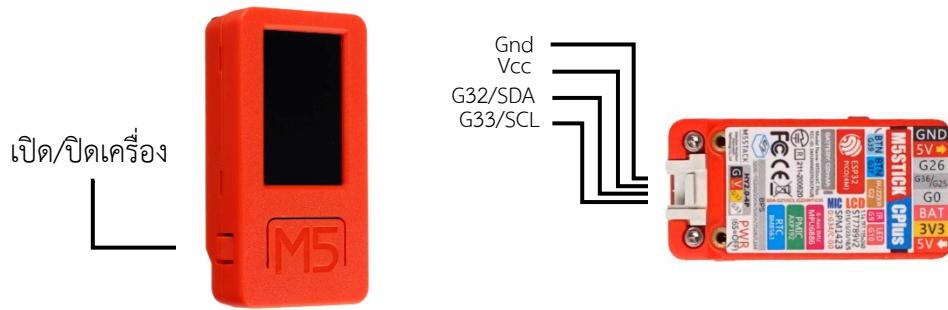
ການພິ່ 46 Library ທີ່ໃຊ້ (2)

ก2

คู่มือการใช้งาน

การใช้งานอุปกรณ์วิเคราะห์การเดินด้วยเซนเซอร์ที่สวมใส่ได้

- ทำการเชื่อมต่อแผ่นรองเท้ากับ M5StickC-Plus และเปิดเครื่อง M5StickC-Plus



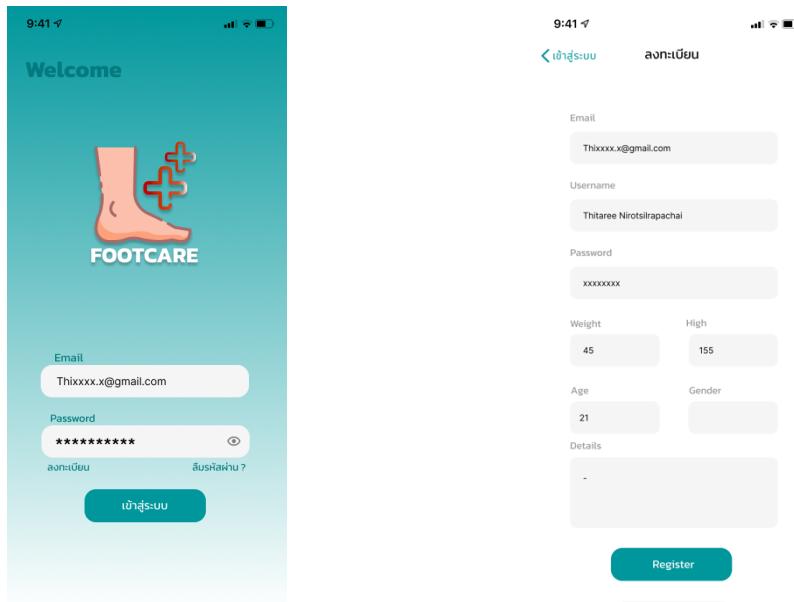
ภาพที่ 47 port ของ M5StickC-Plus

- ทำการติดตั้งแอปพลิเคชัน สำหรับการดูผลการลงน้ำหนักที่ฝ่าเท้าจากอุปกรณ์



ภาพที่ 48 โลโก้แอปพลิเคชัน

- ลงทะเบียน และเข้าสู่ระบบเพื่อเข้าใช้แอปพลิเคชัน



ภาพที่ 49 เข้าสู่ระบบและลงทะเบียน

4. ทำการเชื่อมต่อบลูทูธระหว่างแอปพลิเคชันมือถือ กับ อุปกรณ์



ภาพที่ 50 กดค้นหาและเชื่อมต่อบลูทูธเมื่อเจอชื่อบลูทูธที่ตั้งรักกัน

5. เมื่อทำการเขื่อมต่อเสร็จเรียบร้อยแล้วแอปพลิเคชันจะพาไปยังหน้าที่แสดงผลการลงน้ำหนักที่ฝ่าเท้า



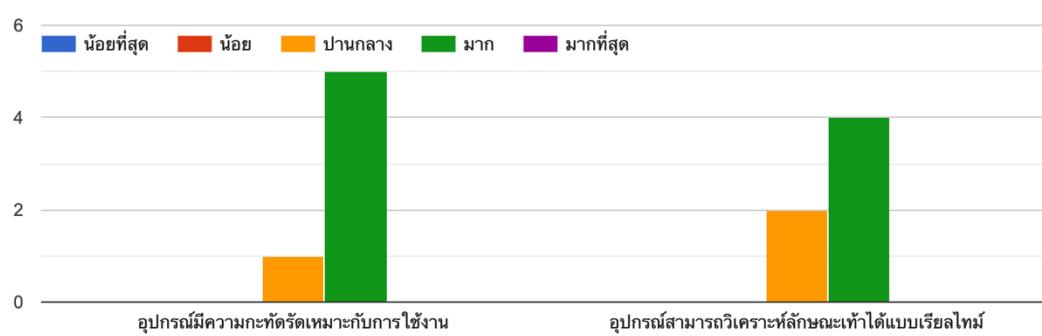
ภาพที่ 51 หน้าแสดงผลการลงน้ำหนักที่ฝ่าเท้า

ก4

ผลลัพธ์การตอบแบบสอบถามแต่ละบุคคล

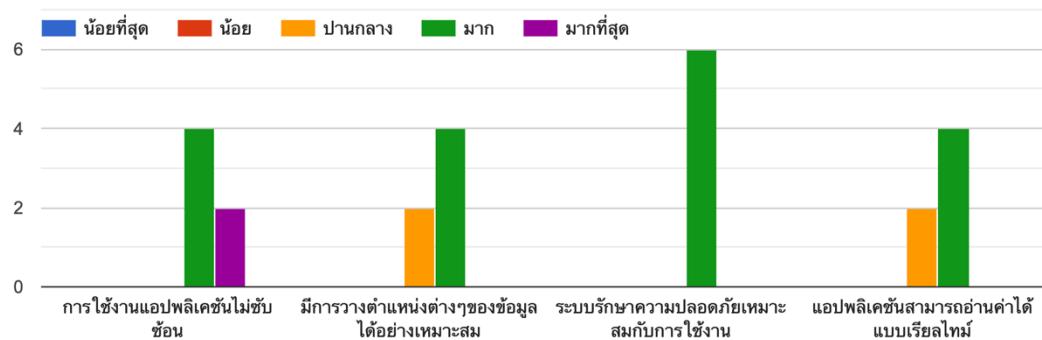
ผลลัพธ์การตอบแบบสอบถามจากการใช้งานของแต่ละบุคคล

ความคิดเห็นต่อความพึงพอใจในการใช้งานอุปกรณ์



ภาพที่ 52 ผลลัพธ์ความคิดเห็นต่อความพึงพอใจในการใช้งานอุปกรณ์ (1)

ความคิดเห็นต่อความพึงพอใจในการใช้แอปพลิเคชัน



ภาพที่ 53 ผลลัพธ์ความคิดเห็นต่อความพึงพอใจในการใช้งานอุปกรณ์ (2)

เอกสารอ้างอิง

- [1] POBPAD, “4 สเต็ปเช็กท่าเดินที่คุณต้อง ยืดอายุข้อต่อและลดอาการปวดหลัง,” POBPAD, [ออนไลน์]. Available: <https://www.pobpad.com/4-%E0%B8%AA%E0%B9%80%E0%B8%95%E0%B9%87%E0>
- [2] โรงพยาบาลศิริราชปิยมหาราชการุณย์, “ปวดฝ่าเท้า อาการ โรครองชี้,” 22 มกราคม 2564. [ออนไลน์]. Available: <https://www.siphhospital.com/th/news/article/share/606/Plantarfasciitis>.
- [3] B. HOSPITAL, “เอ็นฝ่าเท้าอักเสบ,” [ออนไลน์]. Available: <https://www.bangkokinternationalhospital.com/th/health-articles/diseases-and-treatments/plantar-fasciitis>.
- [4] พ. ม. นพ.เอกสิทธิ์ วามิชเจริญกุล, “ดูแลเท้าให้ดี ประหนึ่งดูแลใบหน้า ช่วยลดความเสี่ยงจากเบาหวานลงเท่า,” 30 กันยายน 2021. [ออนไลน์]. Available: <https://www.praram9.com/diabetic-foot/>.
- [5] Wahab, Y. a. Bakar และ N. Abu, “Microsystem based portable shoe integrated instrumentation using ultrasonic for gait analysis measurement,” 2011. [ออนไลน์]. Available: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/5937176>.
- [6] Balakrishnan, A. a. Medikonda, J. a. Namboothiri และ P. K, “Analysis of the effect of muscle fatigue on gait characteristics using data acquired by wearable sensors,” 2020. [ออนไลน์]. Available: <https://ieeexplore.ieee.org/document/9278096>.
- [7] Patil, J. a. Nandur, D. a. Mellikeri, M. a. Naik, K. a. Kulkarni และ Pallavi, “Integrated sensor system for gait analysis,” 2016. [ออนไลน์]. Available: <https://ieeexplore.ieee.org/document/7755103>.
- [8] O. Hussein, W. Z. W. Hasan และ A. C. S. a. H. Jafaar, “Fundamental references over insole plantar pressure in terms of human body weight percentage,” 2015. [ออนไลน์]. Available: <https://ieeexplore.ieee.org/document/7354967>.
- [9] E. Campo, Y. Charlton และ D. Brulin, “Instrumented insole for weight measurement of frail people,”

- มกราคม 2015. [ออนไลน์]. Available: https://www.researchgate.net/publication/315661765_Instrumented_insole_for_weight_measurement_of_frail_people.
- [10] Aoike, K. a. Nagamune และ Kouki, "Gait analysis with six axes inertial sensor and force sensor for daily motion," 2016. [ออนไลน์]. Available: <https://ieeexplore.ieee.org/document/7581549>.
- [11] ช. สุกนวลด, บ. ดวงพิลา, ส. ออมตพาญา, ว. วิญญาลเจริญ และ ไ. ธรรมมา, "เครื่องวัดแรงกดบนฝ่าเท้าโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์," ใน การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ ๙, Chinag khan,Thailand, 2017.
- [12] Wibowo, D. Basuki, Suprihanto, Agus, W. Caesarendra, S. Khoeron, A. Glowacz, Irfan และ Muhammad , "A Simple Foot Plantar Pressure Measurement Platform System Using Force-Sensing Resistors," 4 สิงหาคม 2020. [ออนไลน์]. Available: <https://www.mdpi.com/2571-5577/3/3/33>.
- [13] D. Team, "React 101," BorntoDev Co., Ltd., [ออนไลน์]. Available: <https://www.borntodev.com/2020/07/15/react-101/>.
- [14] K. Muangsen, "ทำไมถึงต้องใช้ Typescript ทั้งที่มี JavaScript อยู่แล้ว ?," BorntoDev Co., Ltd., [ออนไลน์]. Available: <https://www.borntodev.com/typescript/>.
- [15] ว. พรหมจรรบ, "เรียนรู้คำสั่ง Sql ไปด้วยกัน step by step," [ออนไลน์]. Available: https://race.nSTRU.ac.th/home_ex/blog/topic/show/2940.
- [16] A. AOSOFT, "PHPMYADMIN คืออะไร," AOSOFT NTERACTIVE CUSTOMER SERVICES, 4 มิถุนายน 2018. [ออนไลน์]. Available: <https://www.aosoft.co.th/article/310/phpMyAdmin-%E0%B8%84%E0%B8%B7%E0%B8%AD%E0%B8%AD%E0%B8%B0%E0%B9%84%E0%B8%A3A3.html>.
- [17] "ARDUINO IDE คืออะไร มีวิธีการติดตั้งโปรแกรมอย่างไร และการใช้โปรแกรมยังไงกันนะ," The Invention, [ออนไลน์]. Available: <https://www.ai-corporation.net/2021/11/18/what-is-arduino-ide/>.
- [18] อ. ศ. แสนคำ, "วิธีการใช้งาน Visual Studio Code," 30 มีนาคม 2020. [ออนไลน์]. Available: <https://cs.bru.ac.th/visual-studio-code-2/>.

- [19] C. C. LIMITED, “React-Native Programming,” CODEMOBILES COMPANY LIMITED, [ออนไลน์]. Available: https://www.codemobiles.co.th/online/course.php?id=react_native.
- [20] S. Janpuk, “Node.js คืออะไร,” 17 มีนาคม 2018. [ออนไลน์]. Available: <https://medium.com/@settawatjanpuk/https-medium-com-settawatjanpuk-beginner-node-js-970383cc6e3a>.
- [21] T. G. M. Team, “เปิดกลยุทธ์ Figma แพลตฟอร์มออกแบบ UX/UI สร้างการเติบโตกว่า 1 หมื่นล้านเหรียญภายใน 4 ปี,” The Growth Master Team, 29 เมษายน 2022. [ออนไลน์]. Available: <https://thegrowthmaster.com/case-study/figma>.
- [22] N. Untitled, “เทคนิคสร้าง Node เพื่อใช้งานกับ Node-RED ให้ทำงานที่เราต้องการ,” 27 มีนาคม 2021. [ออนไลน์]. Available: <https://nickuntitled.com/2021/03/27/customize-node-red-module-for-yourself/>.
- [23] N. SUKAJIRA, “Medium.com,” 27 August 2017. [ออนไลน์]. Available: <https://medium.com/@nuttawut.suka/>
- [24] CyberTice, “CyberTice,” [ออนไลน์]. Available: <https://www.cybertice.com/product/2350/tca9548a-i2c-multiplexer>
- [25] O. Health, “Oxy Health,” Oxy Health, [ออนไลน์]. Available: <https://www.oxyhealthclinic.com/>
- [26] พ. PHYATHAI, “พญาไท PHYATHAI,” 26 มีนาคม 2563. [ออนไลน์]. Available: https://www.phyathai.com/article_detail/2775/th/

Plagiarism Checking Report

Created on Mar 29, 2023 at 03:01 AM

Submission Information

ID	SUBMISSION DATE	SUBMITTED BY	ORGANIZATION	FILENAME	STATUS	SIMILARITY INDEX
3072829	Mar 29, 2023 at 03:01 AM	pattaranan.n@ku.th	มหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์	Defending_PJ256516_edit.pdf	Completed	0.14 %

Match Overview

NO.	TITLE	AUTHOR(S)	SOURCE	SIMILARITY INDEX
1	Matchmaking Information : Types of Personal Digital Information in a Context of Gay Men Online Dating	Arsa, Papatsara	วารสารสารสนเทศ ศาสตร์	0.14 %

*Match Details***TEXT FROM SUBMITTED DOCUMENT**

ช H อุปกรณ์ M5StickCPlus โดยใช้ H บลูทูธเป็นตัวกลางในการส่งข้อมูลไปยังแอปพลิเคชันและในส่วนของแอปพลิเคชันส่ง H อุปกรณ์ไปเก็บที่ Database อุปกรณ์ที่ใช้ H

TEXT FROM SOURCE DOCUMENT(S)

ถึงสารสนเทศดิจิทัลที่ครอบคลุมอัตราการเติบโตของรายได้ในสื่อดิจิทัลไฟล์ภาพที่ใช้งานผ่านสื่อดิจิทัลและไฟล์วิดีโอที่เป็นสื่อประสมของการถ่ายภาพออนไลน์ในที่นี้หมายถึงการเข้าถึงและใช้งานแอปพลิเคชันที่ออกแบบมาเพื่อวัดคุณภาพและความสัมพันธ์ที่ดีที่สุดที่ส่วนตัวกับบุคคลอื่นทั้งที่อยู่ในรูปของโปรแกรมคอมพิวเตอร์เว็บไซต์และแอปพลิเคชันในอุปกรณ์สื่อสารเคลื่อนที่และแอปพลิเคชันทางคุณออนไลน์ที่ใช้ใน