

โปรแกรมชุดฝึกกายภาพบำบัดสำหรับผู้ป่วยข้อเข่าเสื่อม
บนระบบปฏิบัติการวินโดวส์

LEG TRAINING KIT & APPLICATION



ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (วิทยาการคอมพิวเตอร์)
ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2560

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LEG TRAINING KIT & APPLICATION

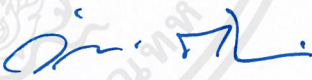


A SPECIAL PROBLEM SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF
THE REQUIREMENT FOR
THE DEGREE OF BACHELOR OF SCIENCE (COMPUTER SCIENCE)
DEPARTMENT OF COMPUTER SCIENCE, FACULTY OF SCIENCE
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
ACADEMIC YEAR 2017

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปัญหาพิเศษ	โปรแกรมชุดฝึกกายภาพบำบัดสำหรับผู้ป่วยข้อเข่าเสื่อมบนระบบปฏิบัติการวินโดวส์
	Leg training kit & Application
ชื่อนักศึกษา	นางสาวบุษลักษณ์ ทรัพย์กมลยศ รหัสนักศึกษา 57050265
	นายอภิวุฒิ นฤนาทวัฒนา รหัสนักศึกษา 57050356
ปริญญา	วิทยาศาสตรบัณฑิต (วิทยาการคอมพิวเตอร์)
ภาควิชา	วิทยาการคอมพิวเตอร์
ปีการศึกษา	2560
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์วิสันต์ ตั้งวงศ์เจริญ

คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (สจล.) อนุมัติให้
 ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (วิทยาการ
 คอมพิวเตอร์) ประจำปีการศึกษา 2560

คณะกรรมการสอบ	ลายมือชื่อ
ผศ.กฤษฎา บุศรา ประธานกรรมการ	
รศ.ธีรวัฒน์ ประกอบผล กรรมการ	
ผศ.วิสันต์ ตั้งวงศ์เจริญ กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษา	

ลิขสิทธิ์ของคณะวิทยาศาสตร์
 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปัญหาพิเศษ	โปรแกรมชุดฝึกกายภาพบำบัดสำหรับผู้ป่วยข้อเข่าเสื่อมบนระบบปฏิบัติการวินโดวส์
ชื่อนักศึกษา	นางสาวบุษลักษณ์ ทรัพย์กมลยศ รหัสนักศึกษา 57050265 นายอภิวุฒิ นฤนาทวัฒนา รหัสนักศึกษา 57050356
ปริญญา	วิทยาศาสตร์บัณฑิต (วิทยาการคอมพิวเตอร์)
ภาควิชา	วิทยาการคอมพิวเตอร์
คณะ	วิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัย	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (สจล.)
ปีการศึกษา	2560
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์วิสันต์ ตั้งวงษ์เจริญ

บทคัดย่อ

โปรแกรมชุดฝึกกายภาพบำบัดสำหรับผู้ป่วยข้อเข่าเสื่อมบนระบบปฏิบัติการวินโดวส์ เป็นโปรแกรมสำหรับผู้ที่มีปัญหากล้ามเนื้ออ่อนแรง โดยการประยุกต์ใช้อุปกรณ์ตรวจจับการเคลื่อนไหว (Motion Sensor) ถูกพัฒนาให้ตรวจจับการเคลื่อนไหวเฉพาะส่วนร่วมกับคอมพิวเตอร์ โดยการนำค่าที่ได้จากเซ็นเซอร์มาคำนวณและนำไปใช้ในการควบคุมการเคลื่อนไหวภายในโปรแกรม โปรแกรมนี้มีแบบฝึกกายภาพบำบัดอยู่ด้วยกัน 2 แบบ คือ แบบหุ่น เป็นแบบฝึกกล้ามเนื้อช่วงหัวเข่า โดยจะเป็นภาพหุ่นที่เคลื่อนไหวช่วงขาตามที่ผู้ป่วยทำการฝึก เป็นแบบRealtime โดยจะต้องทำการฝึกตามจำนวนที่กำหนดในระยะเวลาที่กำหนด แบบฝึกอีกรูปแบบเป็นแบบฝึกเกม โดยในรูปแบบเกมจะแบ่งออกเป็นอีก 4 เกม โดยเกมแรกจะเป็นเกมที่ชื่อว่า เกมหมี เกมที่สองชื่อว่า เกมปืนใหญ่ เกมที่สามชื่อว่า เกมปลาฉลาม เกมที่สี่ชื่อว่า เกมยานอวกาศ โดยทำ จำนวนครั้ง และเวลาที่ใช้ในการฝึกในเกมรูปแบบต่างๆ นั้นจะมีการกำหนดโดยนักกายภาพบำบัด เมื่อผู้ป่วยทำการฝึกก็จะได้รับคะแนน โปรแกรมก็จะทำการเก็บข้อมูลการฝึกของผู้ป่วยลงฐานข้อมูล ซึ่งนักกายภาพบำบัดสามารถเรียกดูข้อมูลประวัติการฝึกจากฐานข้อมูลได้ เพื่อนำไปวิเคราะห์ผล และกำหนดชุดฝึกให้แก่ผู้ป่วยในครั้งต่อไป เพื่อสามารถที่จะกำหนดชุดฝึกแก่ผู้ป่วยได้อย่างเหมาะสม โดยโปรแกรมพัฒนาด้วยภาษา C# บนระบบปฏิบัติการ Windows พร้อมทั้งใช้ Unity เป็นเครื่องมือในการพัฒนา และใช้ SQLite เป็นฐานข้อมูลโปรแกรม เมื่อได้นำโปรแกรมที่ถูกพัฒนาแล้วไปทำการทดสอบ โดยให้ผู้ทดสอบที่นักกายภาพบำบัดจัดหามาให้ลองใช้โปรแกรม ได้ผลการประเมินภาพรวมของโปรแกรมจากผู้ใช้งานทั่วไปว่าอยู่ในเกณฑ์ค่อนข้างดี เพราะได้พัฒนาต่อยอดเพิ่มการฝึกกายภาพบำบัดส่วนที่เป็นรูปแบบเกมให้มีความหลากหลายและน่าสนใจยิ่งขึ้น

คำสำคัญ : เซ็นเซอร์ตรวจจับการเคลื่อนไหว, เทคโนโลยีบลูทูธ, เกม, กายภาพบำบัด

Title	Leg training kit & Application
Students	Miss Bussalak Thapkamonyos StudentID 5705026 Mr. Apiwoot Narunatwattana StudentID 57050265
Degree	Bachelor of Science (Computer Science)
Department	Computer Science
Faculty	Science
University	King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang (KMITL)
Academic Year	2017
Advisor	Asst. Prof. Wisan Tangwongchareon

Abstract

Physical therapy training program for osteoarthritis patients on Windows operation is a program for people who has a weakness muscle, by a motion sensor, it was developed to detect specific movements with computer. Value from motion sensor is calculated and used to control movement within the program. This program has two physical therapy types, first one is a model training. Model training is a training for knee muscle, it's a patient's movement image model in real-time, the training will be limited in time. Another one of training is a game. The first game is "Mhee game" (Bear game), second game is Puen-Yai game (Cannon game), third game is "Chalam game" (Shark game) and the last one is "Yan-ah-wa-kad game" (Spacecraft game). The movement, number of quantity and time in game will be assigned by physical therapist. When patient take a training, them will get a point and program will save it on database. Physical therapist can browse a patient's training history from database and take a data to analyze for assigned a suitable detail in game next time. This program was developed and tested. The result of evaluation from user is good. Physical therapy training program is developed with C# language and Unity on Windows operation and use a SQLite database.

Keywords : Motion sensor, Bluetooth technology, Game, Physical therapy

กิตติกรรมประกาศ

การจัดทำปัญหาพิเศษหัวข้อโปรแกรมชุดฝึกกายภาพบำบัดข้อเข่าบนเครื่องคอมพิวเตอร์ฉบับนี้สามารถดำเนินงานจนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดีจากความช่วยเหลือและสนับสนุนของบุคคลหลายท่าน คณะผู้จัดทำขอกล่าวขอบพระคุณ บุคคลดังต่อไปนี้

ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์วิสันต์ ตั้งวงศ์เจริญ อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ ที่ให้คำแนะนำและคอยให้คำปรึกษาให้ความช่วยเหลือในการทำโครงงานพิเศษ

ขอกราบขอบพระคุณ ผศ.กฤษฎา บุศรา ประธานกรรมการ และ รศ.ธีรวัฒน์ ประกอบผล กรรมการการสอบโครงงานพิเศษ ที่ให้คำแนะนำปรึกษาและกรุณาช่วยแก้ไขปัญหาพิเศษฉบับนี้ให้สมบูรณ์

ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ทิวา โกศล คณะกายภาพบำบัด มหาวิทยาลัยรังสิต ให้คำแนะนำเกี่ยวกับการทำกายภาพบำบัดข้อเข่า เพื่อนำไปประยุกต์ในการจัดทำปัญหาพิเศษ

นอกจากนี้ผู้จัดทำยังได้รับการช่วยเหลือและกำลังใจจากคุณพ่อ คุณแม่ พี่น้องและเพื่อนๆ ตลอดจนบุคคลต่างๆ ที่ให้ความช่วยเหลืออีกมากมาย ที่ผู้จัดทำไม่สามารถกล่าวนามได้หมดในที่นี้

ผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่า ปัญหาพิเศษฉบับนี้คงเป็นประโยชน์สำหรับผู้สนใจงานที่เกี่ยวข้องทางด้านนี้หรือผู้ที่ต้องการศึกษาหาความรู้เกี่ยวกับปัญหาพิเศษนี้ หากมีข้อผิดพลาดประการใดผู้จัดทำขออภัยมา ณ ที่นี้

บุษลักษณ์ ทรัพย์กมลยศ
อภิรุติ นฤนาทวัฒนา

สารบัญ

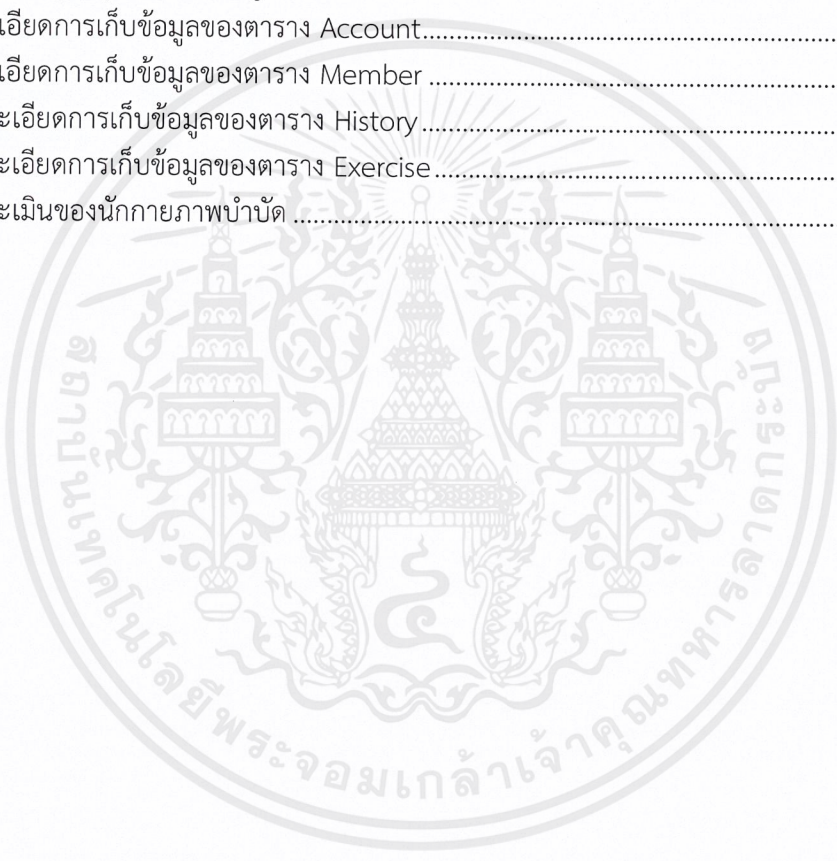
	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญรูป	ช
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์	1
1.3 ขอบเขต.....	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	2
1.5 เครื่องมือที่ใช้ในการทำปัญหาพิเศษ	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 โรคข้อเข่าเสื่อม	3
2.1.1 โครงสร้างของข้อเข่า.....	3
2.1.2 ลักษณะการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับข้อเข่า	3
2.1.3 สาเหตุของโรค	4
2.1.4 การรักษา.....	4
2.1.5 การบริหารกล้ามเนื้อต้นขาและท่าในการบริการ.....	4
2.2 ทฤษฎี Gyroscope	6
2.3 เทคโนโลยี Bluetooth	8
2.4 โปรแกรมการพัฒนาชุดฝึกสมรรถภาพขาบนแท็บเล็ต	9
2.5 อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับการตรวจจับการเคลื่อนไหว	10
2.5.1 อุปกรณ์ตรวจจับการเคลื่อนไหว.....	10
2.5.2 ตัวส่งสัญญาณบลูทูธ.....	11
2.5.3 แบตเตอรี่	11
2.6 การเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ตรวจจับการเคลื่อนไหว	11
2.6.1 เชื่อมต่อบลูทูธ.....	11
2.6.2 ตั้งค่า serial port	12
2.6.3 อ่านข้อมูลผ่านโปรแกรม Arduino	13
2.7 ฐานข้อมูลแบบใช้งานเดียว SQLite	14
2.8 โปรแกรม Unity 3D.....	16
2.9 โปรแกรมสร้างวัตถุและอนิเมชัน Blender	17
2.10 ภาษาC# หรือ C# Language.....	18

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 3 ขั้นตอนการพัฒนาและออกแบบระบบ	20
3.1 โครงสร้างโปรแกรมชุดฝึกกายภาพบำบัดข้อเข่า	20
3.1.1 อุปกรณ์จัดการเคลื่อนไหว.....	20
3.2.2 ส่วนโปรแกรมชุดฝึกกายภาพบำบัดข้อเข่า.....	21
3.2 Use Case Diagram ของโปรแกรมชุดฝึกกายภาพบำบัดข้อเข่า	21
3.3 การออกแบบฐานข้อมูลสำหรับการทำงานของโปรแกรม	29
3.3.1 ตาราง Account	29
3.3.2 ตาราง member.....	30
3.3.3 ตาราง History	31
3.3.4 ตาราง Exersice.....	31
3.4 Activity Diagram	32
3.4.1 พฤติกรรมการเพิ่มแบบฝึกของโปรแกรมชุดฝึกกายภาพบำบัดข้อเข่า	32
3.4.2 พฤติกรรมการเข้าฝึกกายภาพบำบัดของผู้ป่วย	33
3.5 Sequence Diagram	34
3.6 โครงสร้างหน้าจอของโปรแกรมชุดฝึกกายภาพบำบัดข้อเข่า	39
บทที่ 4 ผลการวิจัยและการอภิปรายผล	40
4.1 อุปกรณ์ที่ใช้ทดสอบโปรแกรม	40
4.2 การทดสอบโปรแกรม	42
4.2.1 หน้าจอเริ่มต้น	43
4.2.2 หน้าหลักผู้ดูแลระบบ.....	43
4.2.3 หน้าหลักนักกายภาพบำบัด	45
4.2.4 หน้าหลักผู้ป่วย	48
4.3 ผลการทดสอบโปรแกรม	55
4.3.1 ผลการทดสอบโปรแกรมของบุคคลทั่วไป.....	55
4.3.2 ผลการทดสอบโปรแกรมของนักกายภาพบำบัด	58
4.3.3 ข้อเสนอแนะในการต่อยอดโปรแกรมการฝึกจากนักกายภาพบำบัด	58
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	59
5.1 สรุปผลการทดสอบ	59
5.1.1 สรุปผลการพัฒนาและออกแบบระบบ	59
5.1.2 สรุปผลการทดสอบโปรแกรม.....	59
5.2 ปัญหาต่างๆ ที่พบระหว่างการพัฒนาโปรแกรม	60
5.3 ข้อเสนอแนะและแนวทางการพัฒนาต่อยอด	60
เอกสารอ้างอิง	61
ภาคผนวก ก	62
ภาคผนวก ข	64

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
3.1 Use Case เพิ่มบัญชีผู้ใช้.....	22
3.2 Use Case ลบบัญชีผู้ใช้.....	23
3.3 Use Case แก้ไขข้อมูลส่วนตัว.....	24
3.4 Use Case ดูประวัติการฝึก.....	25
3.5 Use Case กำหนดแบบฝึก.....	26
3.6 Use Case ฝึกกายภาพบำบัด.....	27
3.7 Use Case ดูข้อมูลส่วนตัวของผู้ป่วย.....	28
3.8 รายละเอียดการเก็บข้อมูลของตาราง Account.....	30
3.9 รายละเอียดการเก็บข้อมูลของตาราง Member.....	30
3.10 รายละเอียดการเก็บข้อมูลของตาราง History.....	31
3.11 รายละเอียดการเก็บข้อมูลของตาราง Exercise.....	31
4.1 การประเมินของนักกายภาพบำบัด.....	58

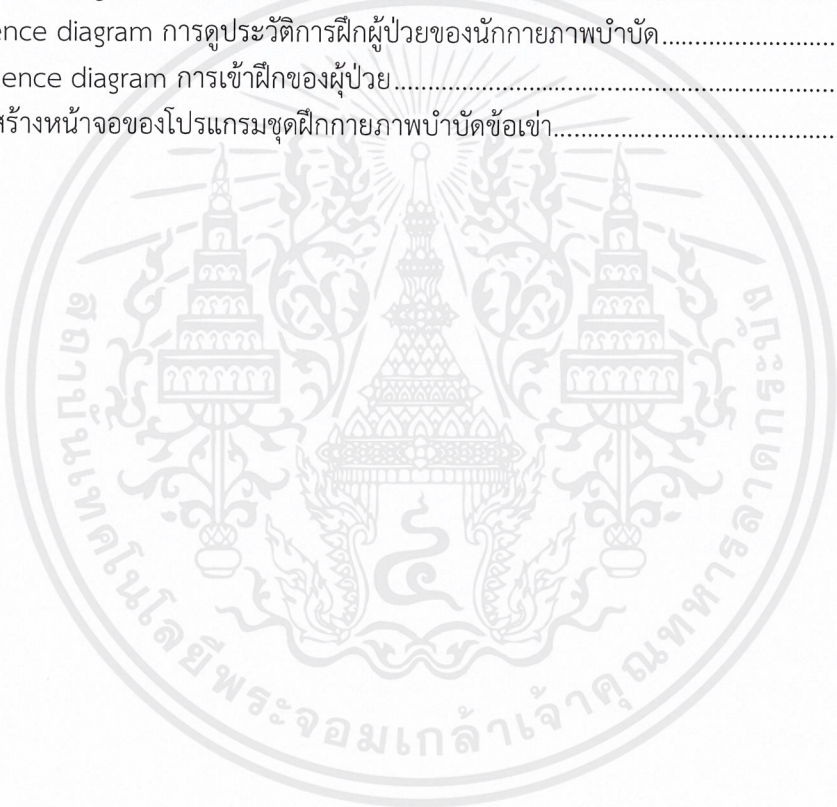


สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 โครงสร้างของข้อเข่า.....	3
2.2 ผิวของข้อที่ปกติ และ ผิวของข้อที่เสื่อม	4
2.3 Hip abduction exercise	5
2.4 Long arc Quadriceps exercise.....	5
2.5 Hamstring exercise.....	6
2.6 ภาพแสดงการเคลื่อนไหวแบบ Gyroscope.....	6
2.7 ภาพแสดงหลักการของการเคลื่อนไหวแบบ Gyroscope	7
2.8 รูปภาพแสดงการเปลี่ยนมุมมองของแกน X.....	7
2.9 สัญลักษณ์บลูทูธ	8
2.10 ตัวอย่างโปรแกรมการพัฒนาชุดฝึกสมรรถภาพขาบนแท็บเล็ต	9
2.11 ตัวอย่างการฝึกกายภาพบำบัดโดยใช้เซนเซอร์จับการเคลื่อนไหว	10
2.12 9 Degrees of Freedom - Razor IMU.....	10
2.13 Bluetooth Mate Gold – Bluetooth modem	11
2.14 Polymer Lithium Ion Battery	11
2.15 เมื่อเชื่อมต่อตัวส่งสัญญาณบลูทูธกับคอมพิวเตอร์สำเร็จ.....	12
2.16 COM port ที่ตัวส่งสัญญาณบลูทูธสร้างขึ้น.....	12
2.17 Serial port property	13
2.18 การเลือก Port ผ่านทางโปรแกรม Arduino.....	13
2.19 ตัวอย่างข้อมูลที่อ่านได้จากตัวส่งสัญญาณบลูทูธ	14
2.20 สัญลักษณ์ SQLite.....	14
2.21 การเก็บข้อมูลเป็นตารางข้อมูล (Table)	14
2.22 การ import library ของ SQLite Database ในภาษา C#.....	15
2.23 ตัวอย่างโปรแกรมในส่วนของการเชื่อมต่อกับฐานข้อมูล.....	15
2.24 ตัวอย่างโปรแกรมในการเรียกใช้คำสั่งที่เป็น SQ languages	15
2.25 โลโก้ Unity	16
2.26 โลโก้ Blender.....	17
2.27 โลโก้ C#.....	18

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.1 โครงสร้างการทำงานทั้งหมดของโปรแกรมชุดฝึกกายภาพบำบัดข้อเข่า.....	20
3.2 Use Case Diagram โปรแกรมชุดฝึกกายภาพบำบัดข้อเข่า.....	21
3.3 ER Diagram โปรแกรมชุดฝึกกายภาพบำบัดข้อเข่า.....	29
3.4 Activity diagram พฤติกรรมการเพิ่มแบบฝึกของโปรแกรมชุดฝึกกายภาพบำบัดข้อเข่า	32
3.5 Activity diagram พฤติกรรมการเข้าฝึกกายภาพบำบัดของผู้ป่วย.....	33
3.6 โครงสร้างหน้าจอของโปรแกรมชุดฝึกกายภาพบำบัดข้อเข่า.....	34
3.7 Sequence diagram การลบบัญชีผู้ใช้ของแอดมิน	35
3.8 Sequence diagram การเพิ่มแบบฝึกของนักกายภาพบำบัด.....	36
3.9 Sequence diagram การดูประวัติการฝึกผู้ป่วยของนักกายภาพบำบัด.....	37
3.10 Sequence diagram การเข้าฝึกของผู้ป่วย.....	38
3.11 โครงสร้างหน้าจอของโปรแกรมชุดฝึกกายภาพบำบัดข้อเข่า.....	39



สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.1 ตัวอย่างการใช้งานโปรแกรมชุดฝึกกายภาพบำบัดสำหรับผู้ป่วยข้อเข่าเสื่อม.....	40
4.2 Notebook MSI GP62 6QF	41
4.3 เซ็นเซอร์ตรวจจับการเคลื่อนไหว 9 Degrees of Freedom - Razor IMU	41
4.4 โครงสร้างหน้าจอของโปรแกรมฝึกกายภาพบำบัดสำหรับผู้ป่วยข้อเข่าเสื่อม.....	42
4.5 หน้าจอเริ่มต้นโปรแกรม.....	43
4.6 หน้าหลักผู้ดูแลระบบ	43
4.7 หน้าจอเพิ่มบัญชีผู้ใช้.....	44
4.8 หน้าจอลบบัญชีผู้ใช้	44
4.9 หน้าจอหลักนักกายภาพบำบัด	45
4.10 หน้าจอประวัติส่วนตัวผู้ป่วย.....	45
4.11 หน้าจอประวัติการฝึกกายภาพบำบัดของผู้ป่วย	46
4.12 หน้าจอกำหนดแบบฝึกการกายภาพบำบัด.....	47
4.13 หน้าจอจัดการรูปแบบฝึก	47
4.14 หน้าจอหลักผู้ป่วย.....	48
4.15 หน้าจอทดสอบการยกขา.....	48
4.16 หน้าแก้ไขข้อมูลส่วนตัว.....	49
4.17 หน้าประวัติส่วนตัวผู้ป่วย	49
4.18 หน้าประวัติการฝึกกายภาพบำบัดของผู้ป่วย.....	50
4.19 หน้าการฝึกกายภาพแบบหุ่นทำนั่งเตาะขาไปด้านหน้า.....	51
4.20 หน้าการฝึกกายภาพแบบหุ่นทำยืนยกขาไปด้านหลัง.....	51
4.21 หน้าการฝึกกายภาพแบบหุ่นทำยืนยกขาไปด้านข้าง	51
4.22 หน้าการฝึกกายภาพแบบหุ่นทำนอนยกขาไปด้านข้าง.....	52
4.23 หน้าจอแบบฝึกเกมรูปแบบเกมหมี่.....	52
4.24 หน้าจอแบบฝึกเกมรูปแบบเกมฉลาม	53
4.25 หน้าจอแบบฝึกเกมรูปแบบเกมปืนใหญ่.....	53
4.26 หน้าจอแบบฝึกเกมรูปแบบเกมจรวด	54
4.27 หน้าจอแสดงผลการฝึกสำเร็จ	54
4.28 หน้าจอแสดงผลการไม่ฝึกสำเร็จ	55
4.29 ผลการประเมินความพึงพอใจด้านการใช้งาน	56
4.30 ผลการประเมินความพึงพอใจด้านอุปกรณ์ตรวจจับการเคลื่อนไหว	56
4.31 ผลการประเมินความพึงพอใจด้านโปรแกรม	57
4.32 ผลการประเมินความพึงพอใจด้านความสะดวกและความสวยงาม	57

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
ก.1 ขั้นตอนที่ 1 การติดตั้ง Seriel Port.....	62
ก.2 ขั้นตอนที่ 2 การติดตั้ง Seriel Port.....	62
ก.3 ขั้นตอนที่ 3 การติดตั้ง Seriel Port.....	63
ก.4 ขั้นตอนที่ 4 การติดตั้ง Seriel Port.....	63
ข.1 หน้าจอเริ่มต้นของโปรแกรมชุดฝึกส สำหรับผู้ป่วยข้อเข่าเสื่อม.....	64
ข.2 หน้าจอหลักของผู้ดูแลระบบ	64
ข.3 หน้าจอแสดงหน้าต่างเพิ่มบัญชีผู้ใช้.....	65
ข.4 หน้าจอแสดงตัวอย่างการเพิ่มบัญชีผู้ใช้	65
ข.5 หน้าจอแสดงการลบบัญชีผู้ใช้.....	66
ข.6 หน้าจอหลักนักกายภาพบำบัด	66
ข.7 หน้าต่างเพิ่มรายการแบบฝึก.....	67
ข.8 หน้าจอเพิ่มแบบฝึกกายภาพบำบัดแก่ผู้ป่วย.....	68
ข.9 หน้าจอหลักผู้ป่วย.....	69
ข.10 หน้าจอทดสอบการยกขาสำหรับผู้ป่วย	70
ข.11 หน้าการฝึกกายภาพบำบัดแบบหุ่นทำนั่งเตะขาไปด้านหน้า.....	70
ข.12 หน้าการฝึกกายภาพบำบัดแบบหุ่นทำยืนเตะขาไปด้านหลัง.....	71
ข.13 หน้าการฝึกกายภาพบำบัดแบบหุ่นทำยืนเตะขาไปด้านข้าง.....	71
ข.14 หน้าการฝึกกายภาพบำบัดแบบหุ่นทำนอนเตะขาไปด้านข้าง	72
ข.15 หน้าจอประเภทการฝึกรูปแบบเกม	72
ข.16 หน้าจอแบบฝึกรูปแบบเกมหมี.....	73
ข.17 หน้าจอแบบฝึกรูปแบบเกมฉลาม.....	73
ข.18 หน้าจอแบบฝึกรูปแบบเกมปืนใหญ่.....	74
ข.19 หน้าจอแบบฝึกรูปแบบเกมจรวด	74
ข.20 หน้าจอแสดงผลการฝึก.....	75

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

มนุษย์ใช้ข้อเข่าในการย่อและก้าวขา ซึ่งข้อเข่าเป็นอวัยวะหนึ่งที่ใช้รับน้ำหนักของร่างกาย ถ้าหากอวัยวะส่วนนี้เกิดการบาดเจ็บหรืออ่อนแรงก็จะทำให้มนุษย์เราเคลื่อนไหวลำบาก ดังนั้นการฟื้นฟูความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและข้อต่อบริเวณข้อเข่าจึงมีความสำคัญ ซึ่งในปัจจุบันการทำการกายภาพบำบัดข้อเข่าของผู้ป่วยนั้นเป็นการสังเกตจากนักกายภาพบำบัด ซึ่งการสังเกตนั้นเชื่อถือได้ค่อนข้างยากเพราะผู้ป่วยแต่ละคนนั้นมีความสามารถไม่เท่ากันความสูงหรือองศาของขาที่ผู้ป่วยแต่ละคนทำการยกได้ก็ไม่เท่ากัน การนำเครื่องมือมาใช้จึงมีความสำคัญในด้านการทำการกายภาพบำบัดมากขึ้น แต่เครื่องมือที่จะนำมาใช้นั้นไม่สะดวกต่อการพกพาและต้องนำเข้าจากต่างประเทศ การเก็บข้อมูลการฝึกย้อนหลังที่เป็นส่วนช่วยในการพัฒนารูปแบบการฝึกก็ยังไม่ตอบโจทย์มากนัก

ด้วยเทคโนโลยี Motion sensor ในปัจจุบันสามารถที่จะตรวจวัดองศาการบิดหมุนแบบแกน 3 มิติและสามารถส่งข้อมูลแบบไร้สายได้นั้นจึงทำให้ตัวเซนเซอร์สามารถส่งข้อมูลให้แก่อุปกรณ์อื่นได้ เช่น คอมพิวเตอร์ สมาร์ทโฟน แท็บเล็ต เป็นต้น ซึ่งอุปกรณ์เหล่านี้มีหน่วยประมวลผลและหน่วยเก็บข้อมูลในตัวสามารถรับเอาข้อมูลการตรวจวัดจากเซนเซอร์มาแสดงผลและเก็บข้อมูลเอาไว้ในตัวอุปกรณ์ อีกทั้งยังมีหน่วยประมวลผลมัลติมีเดียที่สามารถนำเสนอสื่อผสมได้

ดังนั้นทางผู้พัฒนาจึงได้พัฒนาโปรแกรมชุดฝึกกายภาพบำบัดข้อเข่าที่ทำงานบนคอมพิวเตอร์ระบบปฏิบัติการ Window ขึ้นเพื่อทดแทนเครื่องมือราคาแพงจากต่างประเทศและเป็นตัวช่วยในการเก็บข้อมูลการฝึกต่างๆ ของผู้ป่วยเพื่อให้ นักกายภาพบำบัดสามารถนำข้อมูลเหล่านี้ไปใช้ในการพัฒนารูปแบบการฝึกต่อไปได้

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

- 1) เพื่อพัฒนาโปรแกรมชุดฝึกสำหรับใช้ทำการฝึกกายภาพบำบัดผู้ป่วยข้อเข่าเสื่อม
- 2) เพื่อลดการนำเข้าชุดอุปกรณ์และโปรแกรมในการทำการกายภาพบำบัดที่มีราคาแพงจากต่างประเทศ
- 3) เพื่อพัฒนาโปรแกรมชุดฝึกทางการแพทย์บนคอมพิวเตอร์ในระบบปฏิบัติการ Window
- 4) เพื่อพัฒนาโปรแกรมชุดฝึกที่สามารถตรวจวัดการเคลื่อนไหวในขณะฝึกของผู้ป่วยและแสดงผลแบบทันทีได้
- 5) เพื่อพัฒนาเครื่องมือสำหรับเก็บข้อมูลการฝึกของผู้ป่วย

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

- 1) พัฒนาชุดฝึกข้อเข่าเพื่อให้นักกายภาพบำบัดนำไปใช้ในการฝึกผู้ป่วย
- 2) พัฒนาโปรแกรมแสดงการเคลื่อนไหวของผู้ป่วยโดยการรับข้อมูลการเคลื่อนไหวจากอุปกรณ์ตรวจจับการเคลื่อนไหวผ่านทางสัญญาณบลูทูธมาประมวลผลแล้วส่งออกข้อมูลในทันที
- 3) ใช้ส่วน Gyroscope ของอุปกรณ์ตรวจจับการเคลื่อนไหวในการตรวจจับองศาการบิดหมุนหรือการเคลื่อนที่ของขา
- 4) พัฒนาโปรแกรมเพื่อรองรับท่าฝึกที่นักกายภาพบำบัดกำหนดไว้
- 5) ออกแบบฐานข้อมูลที่สามารถเก็บข้อมูลการฝึกและข้อมูลส่วนบุคคลของผู้ป่วย เพื่อให้ นักกายภาพบำบัดสามารถนำข้อมูลไปใช้ในการพัฒนารูปแบบการฝึกของผู้ป่วย

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1) สามารถพัฒนาโปรแกรมที่สามารถนำไปใช้ในการฝึกข้อเข่าของผู้ป่วย
- 2) นักกายภาพบำบัดสามารถนำข้อมูลการฝึกของผู้ป่วยที่เก็บไว้ในโปรแกรมไปใช้พัฒนารูปแบบการฝึกให้แก่ผู้ป่วยแต่ละคนได้
- 3) ลดการนำเข้าอุปกรณ์และโปรแกรมสำหรับทำกายภาพบำบัดที่มีราคาแพงจากต่างประเทศ
- 4) สร้างความน่าสนใจให้แก่การฝึกกายภาพบำบัด

1.5 เครื่องมือที่ใช้ทำปัญหาพิเศษ

Hardware

- Computer Notebook Core I7 RAM 4 GB 1 เครื่อง
- Computer Notebook Core I7 RAM 8 GB 1 เครื่อง
- Razor IMU sensor
- SparkFun Bluetooth Modem

Software

- Unity 2017.1.1f1
- Photoshop CS6
- blender 2.79
- Mono developer
- SQLite database

บทที่ 2

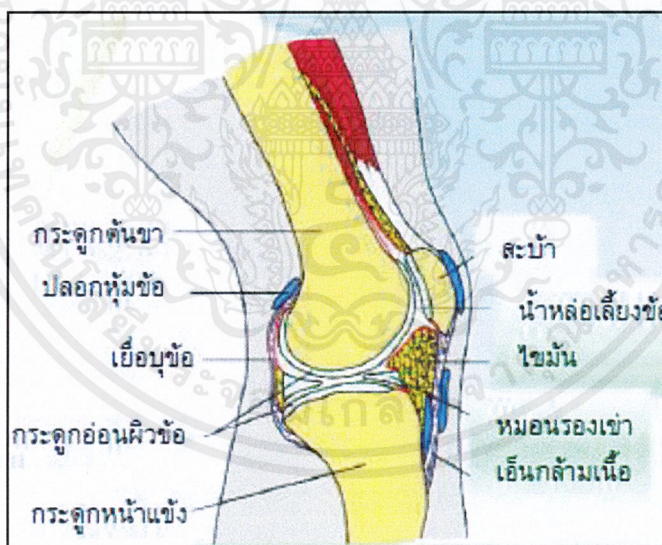
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 โรคข้อเข่าเสื่อมและการรักษา

โรคข้อเข่าเสื่อม หมายถึง โรคที่เกิดจากความเสื่อมของกระดูกอ่อนผิวข้อ ทั้งทางด้านรูปร่าง โครงสร้าง การทำงานของกระดูกข้อต่อและกระดูกบริเวณใกล้เคียง การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นไม่สามารถกลับสู่สภาพเดิมและอาจมีความเสื่อมรุนแรงขึ้นตามลำดับ

2.1.1 โครงสร้างของข้อเข่า

ข้อเข่าประกอบด้วย กระดูก 3 ชิ้น ได้แก่ กระดูกต้นขา กระดูกหน้าแข้ง และกระดูกสะบ้า ยึดติดกันด้วยเส้นเอ็นซึ่งเป็นส่วนปลายของกล้ามเนื้อนั้นว่าเป็นส่วนสำคัญที่ทำให้ข้อเข่าแข็งแรง ผิวสัมผัสของกระดูกทั้งสามจะมีเยื่อข้อ เซลล์ประสาทรับความรู้สึก และมีกระดูกอ่อนค่อนข้างหนาคลุมอยู่กระดูกอ่อนนี้มีลักษณะเรียบ มันวาว และผิวลื่น ทั้งนี้เพื่อรับแรงกระแทกที่เกิดขึ้นขณะมีการเคลื่อนไหวข้อ และทำให้รูปร่างกระดูกพอดีกัน ช่วยให้ข้อมั่นคงภายในข้อเข่ามีน้ำหล่อเลี้ยงช่วยในการหล่อลื่นและถ่ายน้ำหนัก



รูปที่ 2.1 โครงสร้างของข้อเข่า

2.1.2 ลักษณะการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับข้อเข่า

- กระดูกอ่อนผิวข้อนุ่มกว่าปกติ
- สีเปลี่ยนจากใสเป็นสีเหลือง
- มีการแตกของผิวข้อ
- กระดูกผิวข้อเริ่มบางลง
- ผิวไม่เรียบ ขรุขระและลู่ออก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- มีกระดูกงอกบริเวณขอบกระดูก
- กระดูกใต้ผิวหนังหนา และแข็งขึ้น มีถุงน้ำเกิดขึ้นในกระดูก
- พิสัยการเคลื่อนไหวลดลง



รูปที่ 2.2 ผิวของข้อที่ปกติ(ซ้าย) และ ผิวของข้อที่เสื่อม(ขวา)

2.1.3 สาเหตุของโรค

1) ความเสื่อมแบบปฐมภูมิ หรือไม่ทราบสาเหตุ เป็นภาวะที่เกิดจากการเสื่อมสภาพของผิวกระดูกอ่อนตามวัยปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อความเสื่อมของข้อเข่า ได้แก่

- อายุ พบว่า อายุ 40 ปี เริ่มมีข้อเสื่อมอายุ 60 ปี เป็นข้อเข่าเสื่อมได้ถึงร้อยละ 40
- เพศ ผู้หญิงพบมากกว่าผู้ชาย 2-3 เท่า ซึ่งอาจเกี่ยวข้องกับการทำงานของระบบต่อมไร้ท่อของร่างกาย
- น้ำหนักตัวที่เกิน น้ำหนักตัวมีความสัมพันธ์อย่างมากกับข้อเสื่อม พบว่าน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น 0.5 กิโลกรัม จะเพิ่มแรงที่กระทำต่อข้อเข่า 1-1.5 กิโลกรัม ขณะเดียวกันเซลล์ไขมันที่มากเกินไปจะมีผลต่อเซลล์กระดูกอ่อนและเซลล์กระดูก ส่งผลให้ข้อเสื่อมเร็วขึ้น

- การใช้งาน ท่าทาง กิจกรรมที่มีแรงกดต่อข้อเข่ามาก เช่น การนั่งคุกเข่า พับเพียบ ขัดสมาธิ ขึ้นลงบันไดบ่อยๆ เป็นต้น

- ความบกพร่องของส่วนประกอบของข้อ เช่น ข้อเข่าหลวมกล้ามเนื้อต้นขาอ่อนแรง
- กรรมพันธุ์ โรคข้อเข่าเสื่อมมีหลักฐานการถ่ายทอดทางพันธุกรรมน้อยกว่าที่ข้อนิ้วมือเสื่อม

2) ความเสื่อมแบบทุติยภูมิ เป็นความเสื่อมที่ทราบสาเหตุ เช่น เคยประสบอุบัติเหตุมีการบาดเจ็บที่ข้อ เส้นเอ็น การบาดเจ็บเรื้อรังที่บริเวณข้อเข่าจากการทำงานหรือการเล่นกีฬา โรคข้ออักเสบรูมาตอยด์ เก๊าท์ ข้ออักเสบติดเชื้อ โรคของต่อมไร้ท่อ เช่น อ้วน เป็นต้น

2.1.4 การรักษา

การรักษาหลักๆ อยู่ 3 วิธีคือ การรักษาแบบไม่ใช้ยา การรักษาแบบใช้ยา และการผ่าตัด ซึ่งการรักษาแบบไม่ใช้นั้นจะเป็นการควบคุมแรงกดที่กระทำต่อข้อเข่าร่วมกับการทำให้กล้ามเนื้อต้นขาแข็งแรงมากขึ้น ซึ่งจะเป็นช่วงเวลาที่เราออกกำลังกายซ่อมแซมข้อเข่าที่เสื่อม

2.1.5 การบริหารกล้ามเนื้อต้นขาและท่าในการบริหาร

การบริหารกล้ามเนื้อต้นขามีความสำคัญมาก หากกล้ามเนื้อต้นขาที่แข็งแรงเป็นกล้ามเนื้อใหญ่มีความแข็งแรง ก็จะมีส่วนเสริมสร้างความมั่นคงให้กับข้อเข่าจะช่วยลดข้อเข่าเสื่อมได้โดยป้องกันแรงกดดัน

ที่ข้อในขณะที่ใช้ข้อเข้าในการลุกขึ้น และยังป้องกันแรงกระแทกที่กระทำต่อข้อเข้าในขณะเดิน วัตถุประสงค์ของการบริหาร มีดังนี้

- 1) เพิ่มพิสัยการเคลื่อนไหวของข้อ : ขยับข้อนั้นๆให้สุดพิสัยในทุกทิศทางที่ข้อสามารถทำได้
- 2) เพิ่มกำลังกล้ามเนื้อให้แข็งแรง : เกร็งกล้ามเนื้อนานประมาณ 6 วินาที จึงคลาย พัก และทำซ้ำด้วยความถี่ 20-30 ครั้ง/รอบ วันละ 2-3 รอบ หรือ 50-100 ครั้ง/วัน โดยเริ่มทำจาก น้อยๆ ตามความสามารถก่อน ค่อยเป็นค่อยไป ไม่หักโหมเมื่อกำลังกล้ามเนื้อมีการปรับตัว จึงเพิ่มความถี่ให้มากขึ้นจนถึง 100 ครั้ง/วัน เมื่อบริหารได้ดี จะช่วย เพิ่มความทนทานในการใช้งานให้กล้ามเนื้อนั้นๆ ด้วย

ท่าที่ใช้ในการบริหารกล้ามเนื้อต้นขานั้นมีมากมายหลายท่า ยกตัวอย่างเช่น

- 1) Hip abduction exercise นอนตะแคงทับ ข้างที่ไม่ต้องการบริหารข้างที่ต้องการบริหารเหยียดตรง กางขึ้น โดยที่ไม่เกิดการบิดเอี้ยวของลำตัว



รูปที่ 2.3 Hip abduction exercise

- 2) Long arc Quadriceps exercise นั่ง ห้อยขาที่เก้าอี้เอนตัวไปทางด้านหลัง เล็กน้อยเพื่อลดความตึงตัวของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลังข้อเข้า จากนั้นเหยียดขาตรง



รูปที่ 2.4 Long arc Quadriceps exercise

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

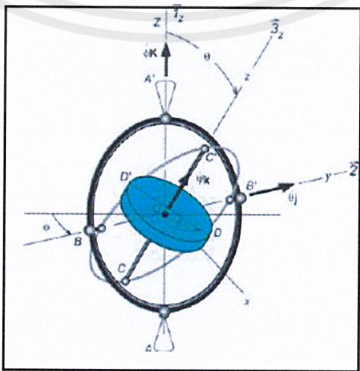
3) Hamstring exercise ยืน มือยึดเกาะเก้าอี้ ให้มั่นคง งอเข้าขึ้นทางด้านหลัง



รูปที่ 2.5 Hamstring exercise

2.2 ทฤษฎี Gyroscope

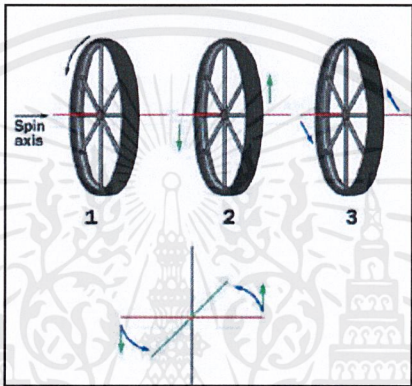
Gyroscope คืออุปกรณ์ที่ทำงานด้วยหลักฟิสิกส์ตามกฎแรงโน้มถ่วงของนิวตัน กำเนิดขึ้นในปี 1852 โดยนักฟิสิกส์ชื่อ ฌอง โบนาปต์เลอง ฟูโกลต์ (Leon Foucault) โดยการนำวงล้อมาติดในวงแหวนที่หมุนได้ โดยที่วงล้อจะนอนอยู่แนวระนาบ แต่วงแหวนสามารถหมุนได้อย่างอิสระ และพอฟูโกลต์เปลี่ยนจากวงล้อเป็น Roller ก็ทำให้พบว่า การเคลื่อนไหวของ Roller ก็หมุนตัวเองในทิศเดิมของมัน โดยไม่อิงกับแรงโน้มถ่วงของโลกเช่นกัน จากการสร้าง Gyroscope นี้ ยุคต้นทศวรรษที่ 19 จึงเป็นประโยชน์กับการสร้างเข็มทิศเครื่องบิน สามารถบอกทิศได้ รวมถึงบอกได้ว่าเครื่องบินอยู่ในระดับที่บินเสถียรแค่ไหน ทำให้นักบินสามารถคุมเครื่องให้อยู่ในแนวตรงในสภาพอากาศที่เลวร้ายหรือในเรื่องของเรือ Gyroscope ก็ถูกนำไปช่วยลดการโคลงของเรือ รวมถึงลดแรงเค้นที่กระตุกเรือ ทำให้การโดยสารเรือทำได้นุ่มนวลมากขึ้น



รูปที่ 2.6 ภาพแสดงการเคลื่อนไหวแบบ Gyroscope

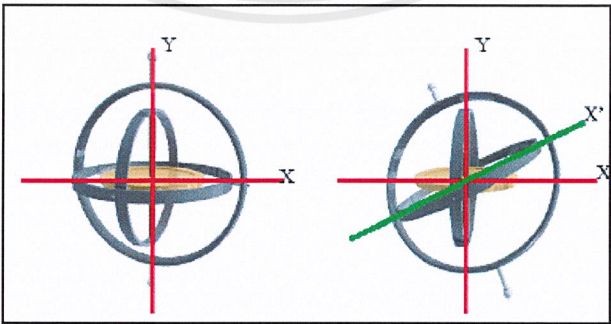
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัจจุบันนี้ Gyroscope ถูกนำไปใช้ทำเป็นอุปกรณ์สำหรับทำให้เครื่องบินกับเรือ สามารถเดินทางแบบอัตโนมัติ หรือที่เรียกว่า Auto Pilot ในเรือดำน้ำ Gyroscope มีไว้สำหรับควบคุมการทำงานของถังอับเฉาในเรือ ทำให้เรือสามารถวิ่งไถ่น้ำโดยไม่เอียงไปมา รวมถึงในวงการอวกาศ Gyroscope นำไปใช้ในการปรับทิศทางของดาวเทียม ปรับทิศทางของแผงโซลาร์เซลล์ของสถานีอวกาศให้หันไปรับแสงอาทิตย์ตลอดเวลา ในวงการสงคราม Gyroscope มีไว้ควบคุมวิถีการยิงจรวด รวมถึงใช้ควบคุมการยิงปืนเข้าเป้าหมายจากระยะไกลให้แม่นยำขึ้น หรือใกล้ตัวมากยิ่งขึ้น ระบบช่วยการทรงตัวในรถยนต์อาสัย Gyroscope ในการวัดความเสถียรของแรงหมุนของล้อทั้งสี่ เพื่อควบคุมเพลาในการจ่ายแรงไปที่ล้อในการช่วยการทรงตัวด้วยเช่นกัน สรุปได้ว่า Gyroscope คือ อุปกรณ์ที่ควบคุมสมดุลการเคลื่อนไหวในแนวแกน



รูปที่ 2.7 ภาพแสดงหลักการของการเคลื่อนไหวแบบ Gyroscope

การทำงานของ Gyroscope เป็นไปตามกฎของนิวตันว่าด้วย มวลจะเคลื่อนตัวเป็นเส้นตรงด้วยความเร็วคงที่เมื่อไม่มีแรงภายนอกมากระทำ เมื่อตัวไจโรหมุนไป 90 องศา จุดบนจะหมุน เปลี่ยนตำแหน่งไป 90 องศา และยังเคลื่อนที่ไปทางซ้าย เช่นเดียวกับจุดล่าง เมื่อหมุนขึ้นมา 90 องศา มันยังคงเคลื่อนที่ไปทางขวาทำให้ล้อเกิดการหมุนควง ขณะที่จุดบนและจุดล่างเปลี่ยนตำแหน่งไป 90 องศา การเคลื่อนที่ในครั้งแรก จะถูกยกเลิกไป ไม่เกิดการพลิกของล้อ ดังนั้นแกนหมุนของไจโร จะเหมือนกับห้อยอยู่กับที่ตลอดเวลา



รูปที่ 2.8 รูปภาพแสดงการเปลี่ยนมุมมองของแกน X

Gyroscope ไม่ว่าแกนหมุนจะเปลี่ยนไปอย่างไร จานหมุนจะยังคงอยู่สภาพเดิมไม่เปลี่ยนแปลง จึงทำให้สามารถวัดมุมองศาที่เปลี่ยนไปได้ จากภาพ 2.10 จะเห็นได้ว่า แกน X มีการเปลี่ยนแปลงเป็น X' ถึงอย่างนั้นจานหมุนยังคงสภาพเดิม จึงสามารถวัดมุมองศาแกน X เทียบกับมุมองศาของจานหมุนเพื่อหาองศาที่เปลี่ยนไปได้

2.3 เทคโนโลยี Bluetooth

บลูทูธ (Bluetooth) เป็นเทคโนโลยีคลื่นสัญญาณวิทยุระยะสั้นที่สามารถใช้ในการ เชื่อมต่ออุปกรณ์ เคลื่อนที่ต่างๆเข้าด้วยกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งเครือข่ายไร้สายแบบส่วนบุคคล หรือ PANs (Personal Area Networks) ข้อดีของเทคโนโลยีบลูทูธ คือ ขนาดเล็กและใช้พลังงานน้อย ระยะรัศมีของสัญญาณบลูทูธนั้นขึ้นอยู่กับกำลังส่งของตัวส่งสัญญาณซึ่งจะสัมพันธ์กับพลังงานที่ใช้ โดยแบ่งออกเป็น 3 คลาสดังนี้

- 1. คลาส 1 (Class 1) สามารถรับส่งข้อมูลได้ในระยะรัศมี 100 เมตร แต่ใช้พลังงานประมาณ 100 mW ซึ่งประมาณครึ่งหนึ่งของอุปกรณ์ Wi-Fi 802.11 ที่ใช้พลังงานประมาณ 250 mW
- 2. คลาส 2 (Class 2) สามารถรับส่งข้อมูลได้ในระยะรัศมี 10 เมตร และใช้พลังงานประมาณ 2.5 mW ซึ่งเป็นที่นิยมค่อนข้างมากเพราะใช้พลังงานค่อนข้างน้อย
- 3. คลาส 3 (Class 3) สามารถรับส่งข้อมูลได้ในระยะรัศมี 10 เซนติเมตรถึง 1 เมตร และจะใช้พลังงาน ประมาณ 1 mW โดยคลาสนี้แม้ใช้พลังงานน้อยที่สุดแต่ไม่เป็นที่นิยมเพราะระยะในการรับส่งข้อมูลค่อนข้างสั้น



รูปที่ 2.9 สัญลักษณ์บลูทูธ

วิวัฒนาการของอุปกรณ์บลูทูธเริ่มต้นจากบริษัทอีริคสัน (Ericsson) ได้กำหนดคุณสมบัติเบื้องต้นของอุปกรณ์บลูทูธขึ้นมา และภายหลังได้มีการจัดตั้งกลุ่มผู้สนใจบลูทูธเป็นพิเศษ หรือที่เรียกว่า Bluetooth SIG (Bluetooth Special Interest Group) ซึ่งประกาศเป็นทางการในวันที่ 20 พฤษภาคม 2542 ประกอบด้วยบริษัทโซนี่อีริคสัน (Sony Ericsson), ไอบีเอ็ม (IBM), อินเทล (Intel), โตชิบา (Toshiba) และ โนเกีย (Nokia) ต่อมาได้มีบริษัทผู้ผลิตอุปกรณ์อื่นๆ และองค์กรมาตรฐานอุปกรณ์ เข้าร่วมในการกำหนดคุณสมบัติของอุปกรณ์ โดยเวอร์ชันของอุปกรณ์เริ่มจาก 1.0 และ 1.0B ซึ่งเป็นเวอร์ชันแรกๆที่มีข้อจำกัดคือไม่สามารถใช้งานแอปพลิเคชันพร้อมกันบนอุปกรณ์บลู-ทูธเดียวกันได้ และได้รับการแก้ไขต่อมาเป็นเวอร์ชัน 1.1 ซึ่งนิยมใช้งานมากในปัจจุบัน และภายหลังได้มี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การพัฒนาต่อเป็นเวอร์ชัน 1.2 และ 2.0 โดยเน้นที่การตัดการรบกวนสัญญาณ และใช้พลังงานอย่างประหยัด เพื่อให้การรับส่งมีความเร็ว และรัศมีในการรับส่งข้อมูลเพิ่มขึ้น และปัจจุบันได้การรับรองมาตรฐานโดย IEEE 8021.15

2.4 โปรแกรมการพัฒนาชุดฝึกสมรรถภาพขาบนแท็บเล็ต

โปรแกรมการพัฒนาชุดฝึกสมรรถภาพขาบนแท็บเล็ต เป็นโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นสำหรับผู้ที่มีปัญหากล้ามเนื้อขาอ่อนแรง โดยการประยุกต์ใช้อุปกรณ์ตรวจจับการเคลื่อนไหว (Motion Sensor) ร่วมกับแท็บเล็ต โดรนาค่าที่ได้จากเซ็นเซอร์มาคำนวณและนำมาใช้ในการควบคุมการเคลื่อนไหวภายในโปรแกรม โปรแกรมนี้มีแบบฝึกอยู่ด้วยกัน 2 แบบ คือ แบบฝึกสูบลูกโป่ง เป็นการฝึกกล้ามเนื้อช่วงหัวเข่า แบบฝึกนี้จำลองการสูบลูกโป่งโดยใช้ที่สูบบแบบเหยียบ โดยให้ผู้ป่วยขยับขาขึ้นลงเพื่อเป็นการสูบลูกโป่งให้แตกตามจำนวนที่กำหนดในระยะเวลาที่กำหนด แบบฝึกต่อไปคือแบบฝึกเตะบอล เป็นการฝึกกล้ามเนื้อช่วงต้นขา แบบฝึกนี้จำลองการเตะบอล โดยให้ผู้ป่วยอยู่ท่านอนตะแคงและผู้ป่วยเตะบอล ที่ลอยมาจากด้านหลัง หากผู้ป่วยเตะโดนลูกบอลที่ลอยมาจะได้รับคะแนน โปรแกรมจะเก็บข้อมูลการฝึกของผู้ป่วยลงฐานข้อมูล ซึ่งนักกายภาพบำบัดสามารถเรียกดูข้อมูลประวัติการฝึกจากฐานข้อมูลได้ เพื่อนำประวัติการฝึกมาช่วยในการวิเคราะห์ และกำหนดโปรแกรมการฝึกของผู้ป่วยในผู้ป่วยแต่ละคนได้อย่างเหมาะสม เมื่อนำโปรแกรมที่ถูกพัฒนาแล้วไปทดสอบ จึงได้ผลการประเมินภาพรวมของโปรแกรมจากผู้ใช้งานทั่วไปอยู่ในเกณฑ์ค่อนข้างดี และผลการประเมินภาพรวมของโปรแกรมจากนักกายภาพบำบัดอยู่ในเกณฑ์ดีมาก โดยโปรแกรมพัฒนาด้วยภาษา Java บนระบบปฏิบัติการ Windows พร้อมทั้งใช้ Eclipse เป็นเครื่องมือในการพัฒนา และใช้ SQLite เป็นฐานข้อมูลของโปรแกรม



รูปที่ 2.10 ตัวอย่างโปรแกรมการพัฒนาชุดฝึกสมรรถภาพขาบนแท็บเล็ต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.11 ตัวอย่างการฝึกกายภาพบำบัดโดยใช้เซนเซอร์จับการเคลื่อนไหวของโปรแกรมการพัฒนาชุดฝึกสมรรถภาพขาบนแท็บเล็ต

2.5 อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับการตรวจจับการเคลื่อนไหว

2.5.1 อุปกรณ์ตรวจจับการเคลื่อนไหว (Motion sensor)

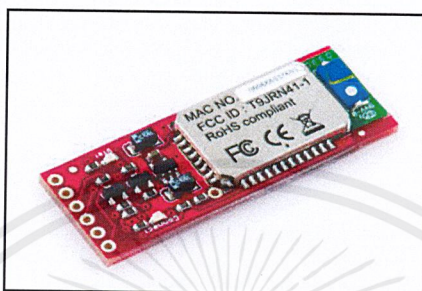
อุปกรณ์การตรวจจับการเคลื่อนไหวที่ใช้เป็นรุ่น 9 Degrees of Freedom - Razor IMU ที่ผลิตโดยบริษัท SparkFun Electronics มีขนาด 1.1×1.6 นิ้ว ภายในประกอบด้วยอุปกรณ์ตรวจจับสามส่วน ส่วนแรก Gyroscope ทำหน้าที่วัดค่าองศาการหมุนของแกนใน 3 มิติ คือ แกน Pitch(X) แกน Roll(Y) และ แกน Yaw(Z) ส่วนที่สอง Accelerometer ทำหน้าที่ในการวัดแรงที่เข้ามารกระทำต่อตัวเซนเซอร์มีค่าการวัดอยู่ในช่วง $(-16, 16)$ และส่งข้อมูลแบบ 13 บิต ส่วนสุดท้ายเป็น Magnetometer ทำหน้าที่วัดค่าความเข้มของสนามแม่เหล็กในระนาบ 3 มิติ



รูปที่ 2.12 9 Degrees of Freedom - Razor IMU

2.5.2 ตัวส่งสัญญาณบลูทูธ (Bluetooth Modem)

ตัวส่งสัญญาณบลูทูธทำหน้าที่ส่งข้อมูลจากอุปกรณ์ตรวจจับการเคลื่อนไหวผ่านสัญญาณบลูทูธมาตรฐาน 802.11g ด้วยความถี่ 2.4~2.524 GHz โดยตัวส่งสัญญาณที่ใช้มีชื่อว่า Bluetooth Mate Gold ซึ่งผลิตโดยบริษัท SparkFun Eletronics รองรับการส่งข้อมูล 2400-115200bps ทำงานได้ในสภาพแวดล้อมที่อุณหภูมิ $-40 \sim +70^{\circ}\text{C}$ ใช้ไฟฟ้า 3.3V-6V มีขนาด 1.75x0.65 นิ้ว



รูปที่ 2.13 Bluetooth Mate Gold – Bluetooth modem

2.5.3 แบตเตอรี่ (battery)

แบตเตอรี่ที่ใช้เป็นรุ่นพอลิเมอร์ Polymer Lithium Ion Battery มีความสามารถในการจ่ายกระแสไฟฟ้าขนาด 3.7V ความจุอยู่ที่ 1000mAh แบตเตอรี่มีขนาด 2.00x1.32 x 0.23 นิ้ว

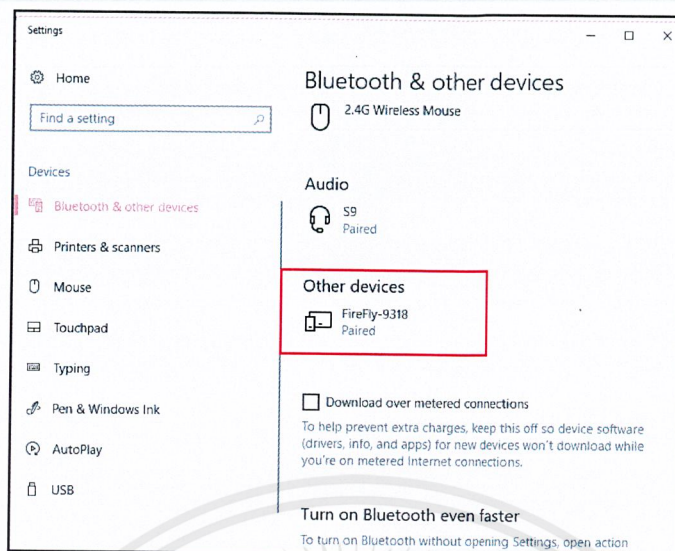


รูปที่ 2.14 Polymer Lithium Ion Battery

2.6 การเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ตรวจจับการเคลื่อนไหว

2.6.1 เชื่อมต่อบลูทูธ

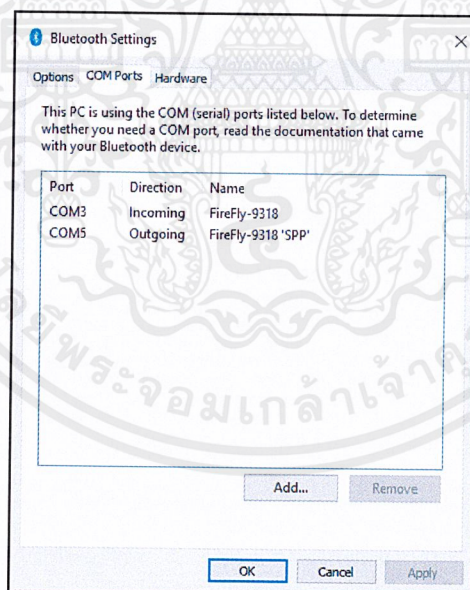
ชื่อของบลูทูธของตัว Bluetooth Mate Gold จะมีชื่อว่า Firefly-9318 ทำการเชื่อมต่อโดยใช้ Pin ในการเชื่อมต่อคือ 1234 เมื่อเชื่อมต่อสำเร็จจะเป็นดังรูปที่ 2.15



รูปที่ 2.15 เมื่อเชื่อมต่อตัวส่งสัญญาณบลูทูธกับคอมพิวเตอร์สำเร็จ

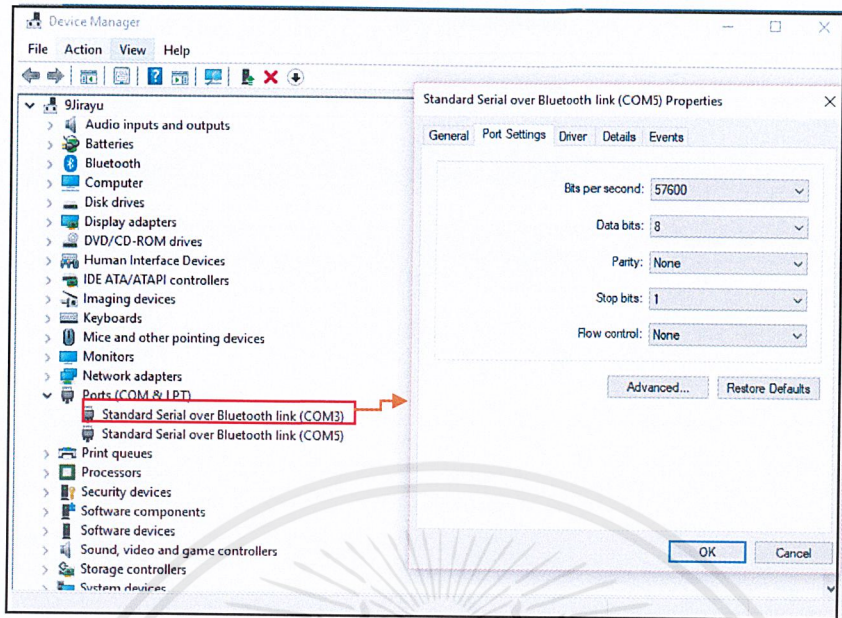
2.6.2 ตั้งค่า serial port

เมื่อเชื่อมต่อกับตัวส่งสัญญาณบลูทูธสำเร็จแล้ว ตัวส่งสัญญาณบลูทูธทำการสร้าง COM port ให้ดังรูปที่ 2.16



รูปที่ 2.16 COM port ที่ตัวส่งสัญญาณบลูทูธสร้างขึ้น

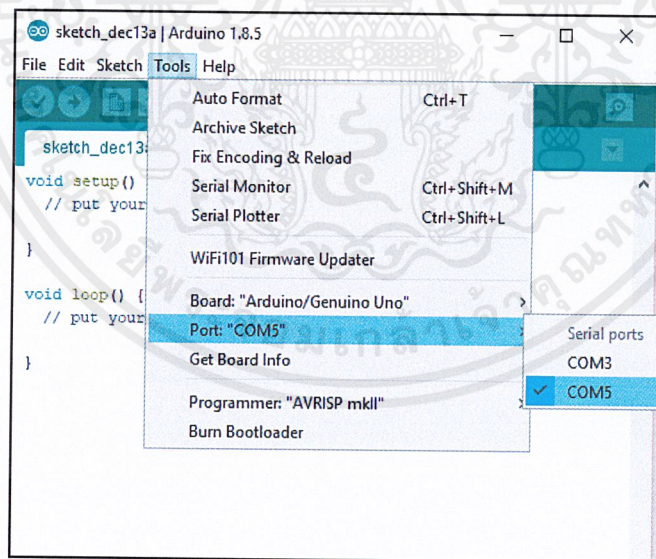
โดย port ที่มี direction เป็น Outgoing จะเป็น port ที่ใช้รับข้อมูลจากตัวส่งสัญญาณบลูทูธโดยเราสามารถตั้งค่า COM port นี้ได้ที่ Device manager > COM port > port ที่ต้องการ > property > port setting ดังรูปที่ 2.17



รูปที่ 2.17 Serial port property

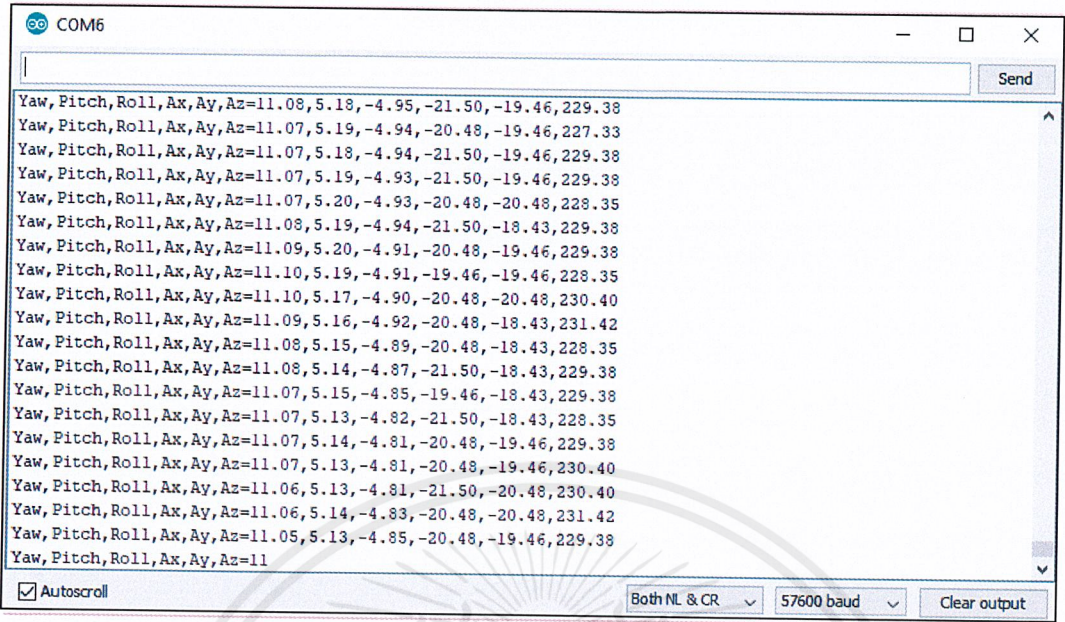
2.6.3 อ่านข้อมูลผ่านโปรแกรม Arduino

การอ่านข้อมูลผ่านทางโปรแกรม Arduino จะต้องเลือก port ที่จะอ่านข้อมูลก่อนโดยไปที่ Tools > Port > เลือก port ที่ต้องการ



รูปที่ 2.18 การเลือก Port ผ่านทางโปรแกรม Arduino

สำหรับการอ่านข้อมูลไปที่ Tools > Serial Monitor โดยข้อมูลที่ได้จะเป็นดังภาพ



รูปที่ 2.19 ตัวอย่างข้อมูลที่อ่านได้จากตัวส่งสัญญาณบลูทูธ

2.7 ฐานข้อมูลแบบใช้งานเดี่ยว SQLite Database



รูปที่ 2.20 สัญลักษณ์ SQLite

SQLite Database เป็นระบบฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ (Relational Database) ซึ่งในระบบฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ประกอบด้วย ตารางข้อมูล (Table) ข้อมูลในตารางข้อมูลจะถูกเก็บเป็นแถวของข้อมูล (Row) และข้อมูลแต่ละส่วนในแถวจะถูกแบ่งออกเป็นคอลัมน์ (Column) ดังรูปที่ 2.11

คอลัมน์			แถว
id	name	tell	
1	Pat	035-555689	
2	Mo	02-1234321	

รูปที่ 2.21 การเก็บข้อมูลเป็นตารางข้อมูล (Table)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SQLite มีลักษณะเป็นฐานข้อมูลขนาดเล็ก การทำงานของ SQLite เป็นแบบ Standalone คือทำงานอยู่ใน Application นั้น ๆ แต่ละ Application จะมี SQLite เป็นของตัวเอง จะไม่สามารถดึงข้อมูลจาก SQLite ของ Application อื่นได้ ตัวอย่างการเรียกใช้งาน sqlite มีดังนี้

1. ส่วนของ Library เป็นส่วนของโปรแกรมที่ความสำคัญเป็นอย่างมากในการทำงานร่วมกับ SQLite Database ถ้าไม่ทำการ import เข้ามาจะไม่สามารถใช้งาน SQLite Database ได้เลย โดย Library ของ SQLite ที่ต้อง import เข้ามา เป็นดังนี้

```
5 using System;
6 using System.Data;
7 using Mono.Data.Sqlite;
```

รูปที่ 2.22 การ import library ของ SQLite Database ในภาษา C#

2. ส่วนของการเชื่อมต่อกับฐานข้อมูลนั้นจะต้องส่งเส้นทางที่เก็บไฟล์ของฐานข้อมูลให้แก่คลาส sqliteConnection ดังรูปที่ 2.13

```
25 connectionString = "URI=file:" + Application.dataPath + "/Database/LegPractice.sqlite";
26 database = new SQLiteConnection (connectionString);
```

รูปที่ 2.23 ตัวอย่างโปรแกรมในส่วนของการเชื่อมต่อกับฐานข้อมูล

3. ส่วนการส่งคำสั่งที่เป็น Structured Query languages สามารถส่งผ่านเมทอด CommandText ของคลาส sqliteConnection และสั่งให้ทำงานผ่านเมทอด ExecuteReader ดังรูป สังเกตว่าก่อนการทำงานจะมีการสั่งเปิดฐานข้อมูลก่อนด้วยคำสั่ง database.Open(); และเมื่อทำงานเสร็จก็มีการปิดฐานข้อมูลด้วยคำสั่ง reader.Close(); ถ้าหากไม่จำเป็นต้องใช้ฐานข้อมูลแล้วจะต้องทำการปิดฐานข้อมูลด้วยคำสั่ง database.close();

```
30 database.Open ();
31 using (command = database.CreateCommand ()) {
32     string sqlQuery = "SELECT * FROM Account";
33     command.CommandText = sqlQuery;
34     using (reader = command.ExecuteReader ()) {
35         while (reader.Read ()) {
36             x = reader.GetInt32 (0);
37             //Debug.Log (x);
38         }
39         reader.Close ();
40     }
```

รูปที่ 2.24 ตัวอย่างโปรแกรมในการเรียกใช้คำสั่งที่เป็น SQ languages

2.8 โปรแกรม Unity 3D

Unity คือแพลตฟอร์มสำหรับสร้างเกมที่ถูกพัฒนาโดย Unity Technologies เปิดตัวครั้งแรกเมื่อเดือน มิถุนายน คศ. 2005 ที่ Apple Inc.'s Worldwide Developers Conference ในปัจจุบัน Unity สามารถสร้างผลงานที่รองรับแพลตฟอร์มได้ถึง 27 แพลตฟอร์ม และสามารถสร้างเกมที่มีรูปแบบทั้ง 3 มิติ และ 2 มิติ ไม่ว่าจะเป็นบนเครื่องเกมคอนโซลหรือบนสมาร์ทโฟน เวอร์ชันล่าสุดของ Unity ในปัจจุบันคือ Unity 2018.2 ปล่อยตัวเมื่อวันที่ 10 กรกฎาคม คศ. 2018



รูปที่ 2.25 โลโก้ Unity

Unity สามารถทำงานได้บนระบบปฏิบัติการ Windows และบนระบบปฏิบัติการ MacOS และบางเวอร์ชันสามารถทำงานได้บนระบบปฏิบัติการ Linux อีกด้วย Unity สามารถสร้างโปรแกรมที่ทำงานบนแพลตฟอร์มได้ 27 แพลตฟอร์มดังต่อไปนี้ iOS, Android, Tizen, Windows, Universal Windows Platform, Mac, Linux, WebGL, PlayStation 4, PlayStation Vita, Xbox One, Wii U, 3 DS, Oculus Rift, Google Cardboard, SteamVR, PlayStation VR, Gear VR, Windows Mixed Reality, Daydream, Android TV, Samsung Smart TV, tvOS, Nintendo Switch, Fire OS, Facebook Gameroom, Apple's ARKit, Google's ARCore, and Vuforia.

Unity อำนวยความสะดวกแก่ผู้ใช้ในหลายๆ ด้าน ทั้งด้านการสร้างเกมทั้ง 2 มิติ และ 3 มิติที่อยู่ในรูปแบบการลากวาง อีกทั้งยังมีตัวช่วยในการผสมผสานงานระหว่าง Scripting API กับ ตัววัตถุที่ผู้ใช้สร้างขึ้น ซึ่ง Unity รองรับภาษาคอมพิวเตอร์อยู่ 2 ภาษาเท่านั้นคือ C# และ JavaScript

2.9 โปรแกรมสร้างวัตถุและอนิเมชัน Blender

เบลนเดอร์ (Blender) คือ ซอฟต์แวร์โอเพนซอร์ส สำหรับสร้างโมเดล 3 มิติ,เรนเดอร์และทำแอนิเมชัน เป็นโปรแกรมที่มีขนาดไฟล์ที่เล็ก สามารถทำงานได้บนระบบปฏิบัติการหลายรูปแบบ มีความสามารถในการทำคาแรคเตอร์และโมเดล ได้เทียบเท่ากับโปรแกรม 3 มิติระดับสูง



รูปที่ 2.26 โลโก้ Blender

ประวัติของโปรแกรม Blender

2531 : Ton Roosendaal ก่อตั้งห้องทำงานแอนิเมชันชื่อ NeoGeo ขึ้น. ซึ่งในเวลาไม่นานนัก NeoGeo ก็ได้กลายเป็นห้องทำงานแอนิเมชัน 3 มิติชั้นนำของประเทศเนเธอร์แลนด์ และทวีปยุโรป

2536 และ 2538 : NeoGeo ได้รับรางวัลด้านการผลิต (รางวัล European Corporate Video Awards 1993 & 1995) Ton ได้ทำงานด้านผู้กำกับศิลป์และการพัฒนาซอฟต์แวร์ภายในของ NeoGeo นอกจากนี้ Ton พบว่าซอฟต์แวร์ 3 มิติที่ใช้อยู่ภายในองค์กรในขณะนั้น เก่าและเข้าเกินไป เขาจึงอยากพัฒนาให้ดีขึ้น

2538 : Ton Roosendaal ได้สร้างซอฟต์แวร์ 3 มิติขึ้นในนามของ Blender. เมื่อ NeoGeo พัฒนา Blender อย่างต่อเนื่องแล้ว Ton คิดว่า Blender ของเขาเป็นเครื่องมือที่ดีพอสำหรับผู้ใช้งานอื่น ๆ เช่นเดียวกัน

2541 : Ton Roosendaal ได้ก่อตั้งบริษัทแห่งใหม่ขึ้นชื่อว่า Not a Number (หรือที่เรียกกันว่า NaN) ซึ่งเป็นสาขาหนึ่งของ NeoGeo เพื่อขยายกลุ่มผู้ใช้และพัฒนา Blender

2542 : Ton Roosendaal ได้เข้าร่วมการประชุม SIGGRAPH ขึ้น ซึ่งเป็นการจัดเพราะอยากให้ Blender เป็นที่แพร่หลายยิ่งขึ้น

2543 : จากการประชุม Siggraph ทำให้ NaN ได้รับการช่วยเหลือทางการเงินจำนวน 4.5 ล้าน EUR จากนักทุนนิยมที่ชอบเสี่ยง เงินสดจำนวนนี้ทำให้ NaN ขยายกิจการออกไปอย่างรวดเร็ว แนนกล่าวว่า มีคนจำนวนมากกว่า 50 คนทั่วโลกพยายามปรับปรุงและสนับสนุน Blender และในช่วงฤดูร้อนของปีเดียวกันนี้ NaN จะนำ Blender เวอร์ชัน 2 ออกสู่ตลาด ซึ่งเวอร์ชันนี้จะมีเครื่องมือที่ใช้ผลิตเกมส์สามมิติต่าง ๆ นอกจากนี้ ในปลายปีนี้ยังมีจำนวนผู้ใช้เว็บไซต์ของ NaN กว่า 250,000 คน

เมษายน 2544 : โชคร้ายที่ความพยายามของ NaN ไม่ประสบผลสำเร็จต่อความต้องการของบริษัทและการตลาดในขณะนั้น การขยายตัวอย่างรวดเร็วเกินไปนั้น ส่งผลให้แนนต้องปรับเปลี่ยนผู้พัฒนาโปรแกรมและฝ่ายย่อย ๆ อีกครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

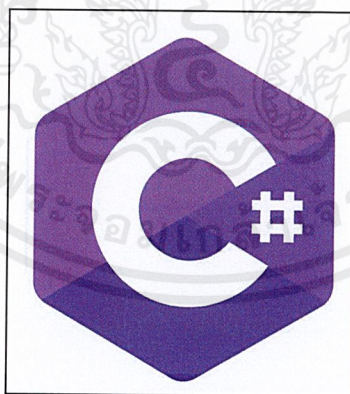
ตุลาคม 2544 : ซอฟต์แวร์ของแนนซันแรก Blender Publisher ถูกจำหน่ายสู่ท้องตลาด แต่เนื่องจากยอดขายและเศรษฐกิจที่ตกต่ำ นักพัฒนาโปรแกรมจึงตัดสินใจหยุดการพัฒนาผลิตภัณฑ์ของแนนซันทั้งหมด ซึ่งรวมทั้ง Blender ด้วย อย่างไรก็ตามแม้จะเห็นผลแห่งความล้มเหลวของ Blender เนื่องจากซอฟต์แวร์ที่ซับซ้อน อุปกรณ์ที่ไม่ดีพอ GUI ที่ไม่ได้มาตรฐาน ไม่ว่าจะมียุติภัยใด ๆ Ton ก็ยังยืนยันที่จะทำ Blender ต่อ และแม้ว่าในการเริ่มทำบริษัทอีกครั้งจะมีทีมผู้พัฒนาที่มีประสิทธิภาพ แต่ก็ยังไม่ประสบความสำเร็จ

มีนาคม 2545 : Ton Roosendaal ได้ก่อตั้งองค์กรการกุศล ชื่อ Blender ซัน เป้าหมายแรกขององค์กร Blender คือ หาทางพัฒนาและสนับสนุน Blender

มิถุนายน 2545 : Ton ได้เปิดรับนักลงทุน เพื่อสนับสนุนและผลักดันองค์กร Blender ให้เป็นโอเพนซอส การรณรงค์ Free Blender ทำเงินถึง 100,000 EUR ทำให้องค์กรนี้สามารถซื้อสิทธิ์คืนจากผู้ลงทุนเดิมของ NaN และทำให้ Blender กลายเป็นชุมชนโอเพนซอสได้สำเร็จ การรณรงค์ Free Blender ถูกจัดขึ้นด้วยความพยายามของกลุ่มอาสาสมัครที่มีคนงาน NaN เก้ารวมอยู่ด้วย ซึ่งบรรลุเป้าหมายในเวลาเพียง 7 สัปดาห์ ทำให้ทุกคนพอใจมาก

วันอาทิตย์ที่ 13 ตุลาคม 2545 Blender ถูกเผยแพร่ภายใต้ลิขสิทธิ์ GPL ทุกวันนี้ Blender ถูกพัฒนาโดยทีม Far-flung และอาสาสมัครจากทั่วโลก ซึ่งแน่นอนว่าโดยผู้ริเริ่ม Blender คือ Ton Roosendaal นั่นเอง

2.10 ภาษา C# หรือ C# Language



รูปที่ 2.27 โลโก้ C#

C# คือ ภาษาคอมพิวเตอร์ประเภท object-oriented programming พัฒนาโดย Microsoft โดยมีจุดมุ่งหมายในการรวมความสามารถคำนวณของ C++ ด้วยการโปรแกรมง่ายกว่าของ Visual Basic โดย C# มีพื้นฐานจาก C++ และเก็บส่วนการทำงานคล้ายกับ Java

C# ได้รับการออกแบบให้ทำงานกับ .NET platform ของ Microsoft จุดมุ่งหมายคืออำนวยความสะดวกในการแลกเปลี่ยนสารสนเทศและบริการผ่านเว็บ และทำให้ผู้พัฒนาสร้างโปรแกรมประยุกต์ในขนาดกระทัดรัด C# ทำให้โปรแกรมง่ายขึ้นผ่านการใช้ Extensible Markup

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Language (XML) และ Simple Object Access Protocol (SOAP) ซึ่งยอมให้เข้าถึงอ็อบเจกต์ของโปรแกรมหรือเมธอด โดยปราศจากความต้องการให้ผู้เขียน โปรแกรมเขียนคำสั่งเพิ่มในแต่ละขั้นตอน เนื่องจากผู้เขียนโปรแกรมสามารถสร้างบนคำสั่งที่มีอยู่ แทนที่การคัดลอกซ้ำ C# ภาษา C# ถูกพัฒนาขึ้นโดยเป็นส่วนหนึ่งในการพัฒนา โครงสร้างพื้นฐานของ .NET Framework เป็นการการนำข้อดีของภาษาต่างๆ (เช่นภาษา Delphi , ภาษา C++) มาปรับปรุงเพื่อให้มีความเป็น OOP (โปรแกรมเชิงวัตถุ) มากขึ้น ขณะเดียวกันก็ลดความซับซ้อนในโครงสร้างของภาษาลง (เรียบง่ายขึ้นกว่า ภาษา C++) และมีสิ่งที่เกินความจำเป็นน้อยลง (เมื่อเทียบกับ Java) C# ถูกรับรองจากหน่วยงาน ECMA (หน่วยงานกำหนดมาตรฐานสากลด้านสารสนเทศ) และ ISO และปัจจุบันไมโครซอฟท์ยังพัฒนาภาษานี้อย่างต่อเนื่อง

เปรียบเทียบภาษา C# กับภาษาอื่นๆ

1.ถ้าพูดถึงความใกล้เคียงกับภาษาอื่นๆ ภาษา C# ใกล้เคียงกับภาษา Java มากที่สุด โดยมีความเหมือนกันถึง 70% ดังนั้นนักเขียนโปรแกรมภาษา Java จึงอาจย้ายมาเขียนภาษา C# ได้โดยศึกษาว่ามีสิ่งใดที่แตกต่างกันบ้าง ภาษา C# ยังมีความคล้ายคลึงกับภาษา C++ .NET และภาษา VB.NET เป็นอย่างมาก ทำให้นักเขียนโปรแกรมภาษา C# สามารถ อ่าน-เขียนโค้ดในภาษากลุ่มนี้ได้เมื่อฝึกฝนเพียงเล็กน้อย

2.C# และภาษา Java ทั้งคู่เป็นแบบสืบทอดจากคลาสหลักได้คลาสเดียว ขณะที่ภาษา C++ สามารถสืบทอดจากคลาสหลักได้มากกว่าหนึ่ง (Multiple inheritance) โดยภาษา C# และภาษา Java ใช้ Interface มาทดแทน Multiple inheritance เหมือนกันทั้งคู่

3.สิ่งที่ภาษา C# และ Java มีร่วมกันคือเรื่อง Garbage Collection แต่ไม่มีใน C++ จึงทำให้ดูเหมือนว่าภาษา Java ต่อยอดมาจากภาษา C++ และ C# ต่อยอดมาจากJava อีกที ที่เป็นเช่นนั้นเพราะทั้ง Java และ C# มีต้นสายมาจาก C++ ทำให้สองภาษานี้ดู คล้ายกัน แต่ภาษา C# ไม่ใช่ภาษา Java มันมีกลไกที่เป็นเอกลักษณ์หลายอย่าง เช่น พารามิเตอร์แบบ reference และ output การจัดเก็บ object ไว้ใน stack (struct) การทำ Versioning และยังมีสิ่งใหม่ๆ ที่เป็นข้อดี เช่น delegate, properties และ operator overloading ซึ่งจะไม่พบในภาษา Java

จุดเด่นหลักๆ ของภาษา C# มีดังนี้

1.Component oriented – เป็นภาษาที่เน้นชิ้นส่วนโดยถูกออกแบบมาเป็นอย่างดีทำให้สามารถนำมาใช้ต่อกันเป็นอะไรก็ได้

2.สิ่งต่าง ๆ ใน C# เป็นออบเจกต์ทั้งหมด

3.ป็นภาษา ที่ทนทาน (robust) - ทนต่อความผิดพลาด ไม่ทำให้ระบบแฉงกหรือระบบทำงานช้า เพราะ C# มีข้อดีคือ garbage collection , exception , type-safety และ versioning

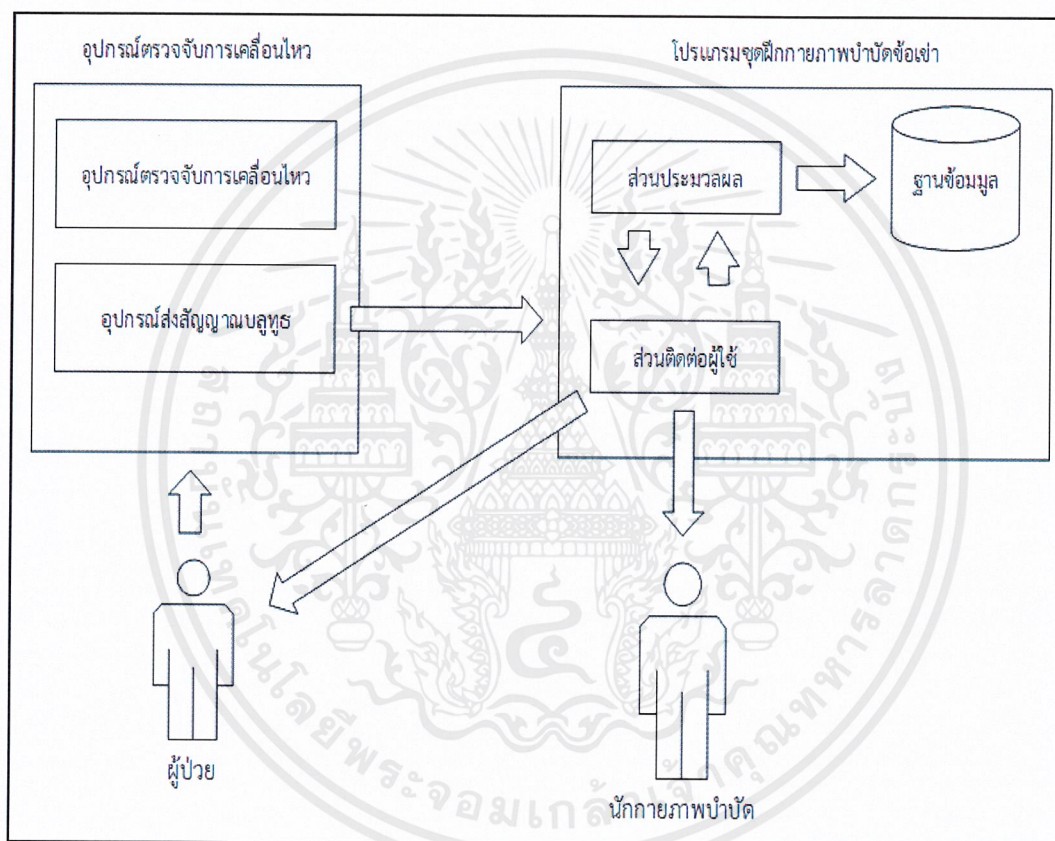
4.ภาษา C# จัดเตรียมกลไกไว้หลายอย่างที่ช่วยให้ผู้เขียนโปรแกรมสามารถนำโค้ดที่เขียนไว้ในโปรแกรมหนึ่งไปใช้กับอีกโปรแกรมหนึ่งได้ง่าย นอกจากนั้นภาษา C# ยังสามารถเรียกใช้คลาสหลายพันคลาสใน .NET Framework ได้โดยตรง ทำให้ลดเวลาการพัฒนาซอฟต์แวร์ได้มาก

บทที่ 3

ขั้นตอนการพัฒนาและออกแบบระบบ

3.1 โครงสร้างโปรแกรมชุดฝึกกายภาพบำบัดข้อเข่า

โครงสร้างโปรแกรมชุดฝึกกายภาพบำบัดข้อเข่าเป็นส่วนที่แสดงโครงสร้างทั้งหมดของการพัฒนาโปรแกรม ประกอบไปด้วย ผู้ใช้งานโปรแกรม อุปกรณ์ และตัวโปรแกรม ดังที่แสดงในรูป 3.1



รูปที่ 3.1 โครงสร้างการทำงานทั้งหมดของโปรแกรมชุดฝึกกายภาพบำบัดข้อเข่า

จากรูป 3.1 อธิบายการทำงานของแต่ละส่วนได้ดังนี้

3.1.1 อุปกรณ์ตรวจจับการเคลื่อนไหว

ภายในอุปกรณ์ตรวจจับการเคลื่อนไหวจะประกอบไปด้วยสองส่วนคือ

- 1) อุปกรณ์ตรวจจับการเคลื่อนไหว เป็นอุปกรณ์ตรวจจับการเคลื่อนไหวของร่างกาย ภายในเซนเซอร์ตรวจจับมีเซนเซอร์ 3 ตัวเป็นองค์ประกอบ คือ 1) Accelerometer 2) Gyroscope 3) Magnetic meter โดยที่นี้ใช้เพียงแค่ Gyroscope เท่านั้น โดยทำการตรวจจับค่าการหมุนรอบแกน

(X, Y, Z) ค่าหมุนรอบแกน X เรียกว่า pitch ค่าหมุนรอบแกน Y เรียก Yaw และค่าการหมุนรอบแกน Z เรียกว่า roll และทำการส่งข้อมูลไปยังโปรแกรมที่ใช้คำนวณ โดยผ่าน Bluetooth

2) ส่วนอุปกรณ์ส่งสัญญาณบลูทูธเป็นตัวกลางในการเชื่อมต่อระหว่างคอมพิวเตอร์กับเซนเซอร์ตรวจจับการเคลื่อนไหว เพื่อใช้ในการถ่ายโอนข้อมูลจากเซนเซอร์ตรวจจับไปยังคอมพิวเตอร์

3.1.2 ส่วนโปรแกรมชุดฝึกกายภาพบำบัดข้อเข่า

โปรแกรมชุดฝึกกายภาพบำบัดข้อเข่าเป็นส่วนที่รับข้อมูลจากอุปกรณ์ส่งสัญญาณบลูทูธเป็นส่วนที่แสดงหน้าต่างการฝึกและข้อมูลการฝึกของผู้ป่วย โดยภายในประกอบไปด้วยสามส่วนคือ

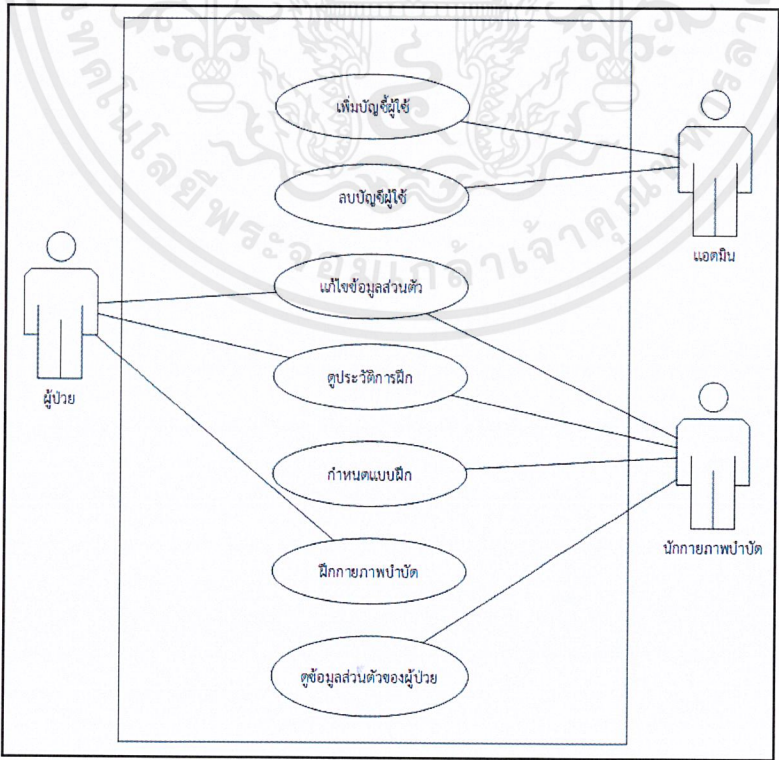
1) ส่วนฐานข้อมูล (SQLite Database) เป็นส่วนที่เก็บข้อมูลและประวัติการฝึกของผู้ป่วย ซึ่งจะทำหน้าที่บันทึกข้อมูลจากการฝึกกายภาพบำบัดของผู้ป่วย ข้อมูลโปรแกรมการฝึกที่ผู้ป่วยได้กำหนด ข้อมูลกำหนดตำแหน่งของขาในแต่ละท่าทางการฝึกและผลการฝึกของผู้ป่วย เพื่อนำข้อมูลไปใช้ในการอ้างอิงในส่วนต่างๆของโปรแกรม หรือนักกายภาพบำบัดนำข้อมูลเหล่านี้มาวิเคราะห์

2) ส่วนประมวลผล เป็นส่วนที่นำข้อมูลจากผู้ใช้ ฐานข้อมูล และข้อมูลจากอุปกรณ์ตรวจจับความเคลื่อนไหวมาประมวลผลและส่งต่อข้อมูลแก่ส่วนติดต่อผู้ใช้

3) ส่วนติดต่อผู้ใช้ ทำหน้าที่แสดงผลและรับข้อมูลจากทั้งนักกายภาพบำบัดและผู้ป่วย

3.2 Use Case Diagram ของโปรแกรมชุดฝึกกายภาพบำบัดข้อเข่า

Use Case Diagram เป็นส่วนหนึ่งที่แสดงถึงความสามารถการใช้งานของผู้ใช้ทั้งหมดของโปรแกรมชุดฝึกสมรรถภาพขาโดยมีผู้ใช้แต่ละกลุ่มเข้าใช้งานได้ ดังรูป 3.2



รูปที่ 3.2 Use Case Diagram โปรแกรมชุดฝึกกายภาพบำบัดข้อเข่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 3.2 นั้นมีผู้ใช้งานอยู่ 3 ประเภทคือ ผู้ป่วย นักกายภาพบำบัด และแอดมินความสามารถในการเข้าถึงการใช้งานของผู้ใช้แต่ละประเภที่มีดังนี้

- 1) ผู้ป่วย เป็นผู้ที่เข้าใช้งานโปรแกรมเพื่อฝึกกายภาพบำบัดข้อเข้า โดยที่ผู้ป่วยสามารถแก้ไขข้อมูลส่วนตัว ดูประวัติการฝึกย้อนหลังของตัวเองได้
- 2) นักกายภาพบำบัด เป็นผู้ใช้ที่เข้าใช้งานโปรแกรมเพื่อดูข้อมูลและจัดการรูปแบบการฝึกให้แก่ผู้ป่วย ทั้งนี้ นักกายภาพบำบัดยังสามารถแก้ไขข้อมูลส่วนตัวของตัวเองได้และยังสามารถดูข้อมูลส่วนตัวของผู้ป่วยเพื่อนำข้อมูลไปใช้ในการพัฒนารูปแบบการฝึกต่อไปได้
- 3) แอดมิน เป็นผู้และระบบหน้าที่เพิ่มและลบบัญชีผู้ใช้ในระบบ

1.Use Case เพิ่มบัญชีผู้ใช้ เป็นส่วนที่ให้ผู้ดูแลระบบจะทำการเพิ่มบัญชีผู้ใช้แก่นักกายภาพบำบัดและผู้ป่วย

ตาราง 3.1 อธิบาย Use Case เพิ่มบัญชีผู้ใช้

Use Case Name :	เพิ่มบัญชีผู้ใช้
Scenario :	นักกายภาพบำบัดเพิ่มบัญชี
Trigger Event :	นักกายภาพบำบัดทำการเพิ่มบัญชีผู้ใช้
Brief Description :	นักกายภาพบำบัดทำการลบบัญชีผู้ใช้ ของนักกายภาพบำบัดและผู้ป่วย เมื่อทำการเพิ่มผิดพลาด
Actor :	นักกายภาพบำบัด
Related Use Case :	-
Stakeholders :	-
Preconditions :	ผู้ดูแลระบบจัดการเพิ่มรายชื่อผู้ป่วยและนักกายภาพบำบัด
Postconditions :	บันทึกชื่อผู้ป่วยลงฐานข้อมูล
Flow of Events :	1.นักกายภาพบำบัดเข้าสู่ระบบเพื่อจัดการเพิ่มบัญชี 2.นักกายภาพบำบัดเลือก “เพิ่ม” 3.นักกายภาพบำบัดทำการบันทึกข้อมูล
Exception Condition :	-

2.Use Case ลบบัญชีผู้ใช้ เป็นส่วนที่ให้ผู้ดูแลระบบจะทำการลบบัญชีผู้ใช้

ตาราง 3.2 อธิบาย Use Case ลบบัญชีผู้ใช้

Use Case Name :	ลบบัญชีผู้ใช้
Scenario :	นักกายภาพบำบัดลบบัญชี
Trigger Event :	นักกายภาพบำบัดทำการลบบัญชีผู้ใช้
Brief Description :	นักกายภาพบำบัดทำการลบบัญชีผู้ใช้ ของนักกายภาพบำบัดและผู้ป่วย เมื่อทำการเพิ่มผิดพลาด
Actor :	นักกายภาพบำบัด
Related Use Case :	-
Stakeholders :	-
Preconditions :	ผู้ดูแลระบบจัดการลบรายชื่อผู้ป่วยและนักกายภาพบำบัด
Postconditions :	บันทึกชื่อผู้ป่วยลงฐานข้อมูล
Flow of Events :	1.นักกายภาพบำบัดเข้าสู่ระบบเพื่อจัดการลบบัญชี 2.นักกายภาพบำบัดเลือก “ลบ” 3.นักกายภาพบำบัดทำการบันทึกข้อมูล
Exception Condition :	-

3.Use Case แก้ไขข้อมูลส่วนตัว เป็นส่วนของโปรแกรมที่ให้นักกายภาพบำบัดและผู้ป่วย สามารถทำการแก้ไขข้อมูลส่วนตัวของตนเอง

ตาราง 3.3 อธิบาย Use Case แก้ไขข้อมูลส่วนตัว

Use Case Name :	แก้ไขข้อมูลส่วนตัว
Scenario :	นักกายภาพบำบัดและผู้ป่วยแก้ไขข้อมูลส่วนตัว
Trigger Event :	นักกายภาพบำบัดและผู้ป่วยทำการแก้ไขข้อมูลส่วนตัว
Brief Description :	นักกายภาพบำบัดและผู้ป่วยสามารถทำการแก้ไขข้อมูลส่วนตัวของตนเองได้
Actor :	นักกายภาพบำบัด,ผู้ป่วย
Related Use Case :	-
Stakeholders :	-
Preconditions :	-
Postconditions :	-
Flow of Events :	1.นักกายภาพบำบัดเข้าสู่ระบบเพื่อจัดการเพิ่มบัญชี 2.นักกายภาพบำบัดเลือก “เพิ่ม” 3.นักกายภาพบำบัดทำการบันทึกข้อมูล
Exception Condition :	-

4.Use Case ดูประวัติการฝึก เป็นส่วนของโปรแกรมที่แสดงประวัติการฝึกของผู้ป่วย เพื่อให้ นักกายภาพบำบัดสามารถเข้าดูประวัติการฝึกได้ โดยผู้ป่วยสามารถดูประวัติการฝึกของตนเองได้

ตาราง 3.4 อธิบาย Use Case ประวัติการฝึก

Use Case Name :	ประวัติการฝึก
Scenario :	นักกายภาพบำบัดและผู้ป่วยดูประวัติการฝึก
Trigger Event :	นักกายภาพบำบัดต้องการดูประวัติการฝึกของผู้ป่วย
Brief Description :	นักกายภาพบำบัดดูประวัติการฝึกของผู้ป่วยที่ตนเองต้องการดู และผู้ป่วยสามารถดูประวัติการฝึกของตนเองได้
Actor :	นักกายภาพบำบัด,ผู้ป่วย
Related Use Case :	ใช้แบบฝึก
Stakeholders :	นักกายภาพบำบัด,ผู้ป่วย
Preconditions :	นักกายภาพบำบัดพิจารณาประวัติการฝึกของผู้ป่วย
Postconditions :	นักกายภาพบำบัดให้คำแนะนำ, กำหนดโปรแกรมการฝึกแก่ผู้ป่วย
Flow of Events :	1.นักกายภาพบำบัดและผู้เข้าสู่ระบบ 2.นักกายภาพบำบัดและผู้ป่วยเลือกปุ่มประวัติการฝึก
Exception Condition :	-

5.Use Case กำหนดแบบฝึก เป็นส่วนของโปรแกรมที่ให้นักกายภาพบำบัดกำหนดแบบฝึกแก่ผู้ป่วย

ตาราง 3.5 อธิบาย Use Case กำหนดแบบฝึก

Use Case Name :	กำหนดแบบฝึก
Scenario :	นักกายภาพบำบัดกำหนดแบบฝึกแก่ผู้ป่วย
Trigger Event :	นักกายภาพบำบัดทำการกำหนดแบบฝึกกายภาพบำบัดแก่ผู้ป่วย
Brief Description :	นักกายภาพบำบัดสามารถกำหนดท่าแบบฝึก,เวลาและจำนวนครั้งให้แก่ผู้ป่วยที่ต้องทำการฝึกกายภาพบำบัด
Actor :	นักกายภาพบำบัด
Related Use Case :	-
Stakeholders :	นักกายภาพบำบัด
Preconditions :	-
Postconditions :	-
Flow of Events :	1.นักกายภาพบำบัดทำการเลือกผู้ป่วยที่จะกำหนดแบบฝึกให้ 2.นักกายภาพบำบัดเลือกเพิ่มแบบฝึกแก่ผู้ป่วย
Exception Condition :	-

6.Use Case ฝึกกายภาพบำบัด เป็นส่วนของโปรแกรมที่ให้ผู้ป่วยต้องทำการฝึกกายภาพบำบัดตามที่นักกายภาพบำบัดได้กำหนดแบบฝึกไว้ให้

ตาราง 3.6 อธิบาย Use Case ฝึกกายภาพบำบัด

Use Case Name :	ฝึกกายภาพบำบัด
Scenario :	ผู้ป่วยทำการฝึกกายภาพบำบัด
Trigger Event :	ผู้ป่วยทำการฝึกกายภาพบำบัด
Brief Description :	ผู้ป่วยทำการฝึกกายภาพบำบัดตามที่นักกายภาพบำบัดได้กำหนดแบบฝึกไว้
Actor :	ผู้ป่วย
Related Use Case :	กำหนดแบบฝึก
Stakeholders :	ผู้ป่วย,นักกายภาพบำบัด
Preconditions :	-
Postconditions :	-
Flow of Events :	1.ผู้ป่วยทำการบันทึกระดับความสูงในการยกขาของผู้ป่วย 2.ผู้ป่วยทำการเลือกรูปแบบการฝึก
Exception Condition :	-

7.Use Case ดูข้อมูลส่วนตัวของผู้ป่วย เป็นส่วนของโปรแกรมที่ให้นักกายภาพบำบัดสามารถดูประวัติส่วนตัวของผู้ป่วยได้

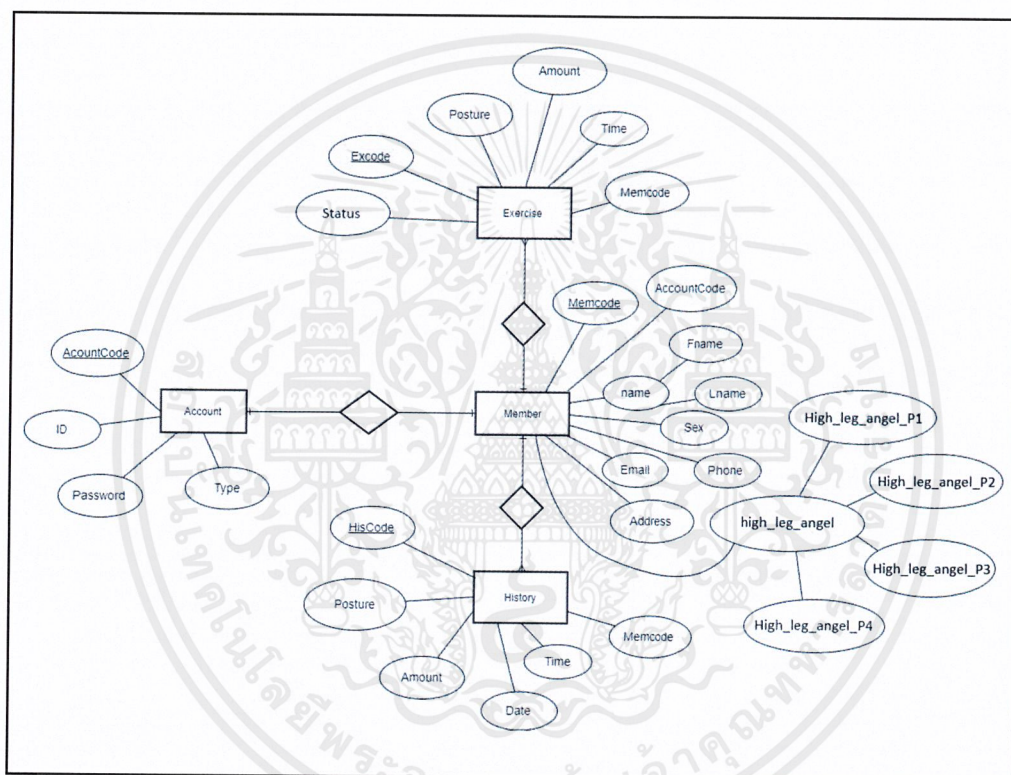
ตาราง 3.7 อธิบาย Use Case ดูข้อมูลส่วนตัวของผู้ป่วย

Use Case Name :	ดูข้อมูลส่วนตัวของผู้ป่วย
Scenario :	นักกายภาพบำบัดสามารถดูข้อมูลประวัติส่วนตัวของผู้ป่วย
Trigger Event :	นักกายภาพบำบัดทำการเลือกดูประวัติส่วนตัวของผู้ป่วยในแต่ละคน
Brief Description :	นักกายภาพบำบัดสามารถเลือกดูประวัติส่วนตัวของผู้ป่วยที่ต้องการทำการดูประวัติข้อมูล
Actor :	นักกายภาพบำบัด
Related Use Case :	
Stakeholders :	-
Preconditions :	-
Postconditions :	-
Flow of Events :	1.นักกายภาพบำบัดทำการเลือกผู้ป่วยที่ต้องการทำการดูประวัติข้อมูล 2.นักกายภาพบำบัดเลือกปุ่มประวัติส่วนตัว
Exception Condition :	-

3.3 การออกแบบฐานข้อมูลสำหรับการทำงานของโปรแกรม

การออกแบบฐานข้อมูลนั้นแบบออกเป็น 4 ตาราง คือ ตาราง Account ตาราง Member ตาราง History และ ตาราง Exercise โดยแต่ละตารางมีหน้าที่ในการเก็บข้อมูลดังนี้

- 1) ตาราง Account เก็บข้อมูลการเข้าถึงระบบของผู้ใช้
- 2) ตาราง Member เก็บข้อมูลส่วนตัวของผู้ใช้
- 3) ตาราง History เก็บข้อมูลการฝึกย้อนหลังของผู้ป่วย
- 4) ตาราง Exercise เก็บข้อมูลแบบฝึกที่นักกายภาพบำบัดกำหนดให้แก่ผู้ป่วยแต่ละคน



รูปที่ 3.3 ER Diagram โปรแกรมชุดฝึกกายภาพบำบัดข้อเข้า

จากรูปที่ 3.3 แสดงความสัมพันธ์ของแต่ละตารางที่ใช้เก็บข้อมูล ซึ่งโครงสร้างของข้อมูลภายในตารางสามารถอธิบายได้ ดังนี้

3.3.1 ตาราง Account

เป็นตารางที่เก็บ ID และ Password ของผู้ใช้ และชนิดของบัญชีผู้ใช้ โดยผู้ใช้จะต้องทำการเข้าระบบก่อนเข้าใช้งานโปรแกรมทุกครั้ง เพื่อยืนยันตนเองในการเข้าใช้โปรแกรม โครงสร้างของตาราง Account อธิบายได้ดังนี้

ตารางที่ 3.8 รายละเอียดการเก็บข้อมูลของตาราง Account

รายการ	ชนิด	คำอธิบาย
AccountCode	INTEGER	Primary key ของตาราง Account
ID	TEXT(10)	Identify code ของผู้ใช้
PWD	TEXT(10)	Password ของผู้ใช้
Type	TEXT(10)	ชนิดของบัญชี

3.3.2 ตาราง member

เป็นตารางที่เก็บข้อมูลของผู้ใช้ ข้อมูลส่วนตัวของผู้ใช้ประกอบไปด้วย ชื่อจริง นามสกุลจริง เพศ E-mail เบอร์โทรศัพท์ ที่อยู่ของผู้ใช้ ตำแหน่งของขาที่ทำท่าฝึกกายภาพบำบัดในแต่ละท่า และเวลาทั้งหมดที่ผู้ใช้ฝึกสมรรถภาพขา โครงสร้างของตาราง member อธิบายได้ดังนี้

ตารางที่ 3.9 รายละเอียดการเก็บข้อมูลของตาราง Member

รายการ	ชนิด	คำอธิบาย
MemCode	INTEGER	Primary key ของตาราง Member
ID	TEXT(10)	Foreign key สำหรับเชื่อมต่อกับตาราง Account
Fname	TEXT(20)	ชื่อจริงของผู้ใช้
Lname	TEXT(20)	นามสกุลของผู้ใช้
Sex	TEXT(6)	เพศของผู้ใช้
Email	TEXT(25)	E-mail ของผู้ใช้
Phone	TEXT(11)	เบอร์โทรศัพท์ของผู้ใช้
Address	TEST(100)	ที่อยู่ของผู้ใช้
High_leg_angel_P1	INTERGER	องศาสูงสุดในการยกขาในท่าที่ 1
High_leg_angel_P2	INTERGER	องศาสูงสุดในการยกขาในท่าที่ 2
High_leg_angel_P3	INTERGER	องศาสูงสุดในการยกขาในท่าที่ 3
High_leg_angel_P4	INTERGER	องศาสูงสุดในการยกขาในท่าที่ 4
All_time_practice	DOUBLE	เวลาทั้งหมดที่ใช้ฝึก

3.3.3 ตาราง History

เป็นตารางที่เก็บประวัติการฝึกของผู้ป่วย โดยจะเก็บลำดับท่าที่ใช้ฝึก ชื่อท่าที่ใช้ฝึก เวลา และจำนวนครั้งที่ผู้ป่วยทำการฝึก โครงสร้างของ History อธิบายได้ดังนี้

ตารางที่ 3.10 รายละเอียดการเก็บข้อมูลของตาราง History

รายการ	ชนิด	คำอธิบาย
HisCode	INTEGER	Primary key ของตาราง history
MemCode	INTEGER	Foreign key สำหรับเชื่อมต่อกับตาราง Member
Posture	INTEGER	ท่าที่ใช้ฝึก
Date	DATE	วันเวลาที่ฝึก
Time	INTEGER	เวลาที่ใช้ฝึก
Amount	INTEGER	จำนวนครั้งที่ทำได้

3.3.4 ตาราง Exercise

เป็นตารางที่เก็บแบบฝึกที่นักกายภาพบำบัดกำหนดให้ผู้ป่วย โดยผู้ป่วยจะสามารถทำการฝึกได้ตามแบบฝึกที่มีในตารางนี้เท่านั้น โครงสร้างของตารางมีดังนี้

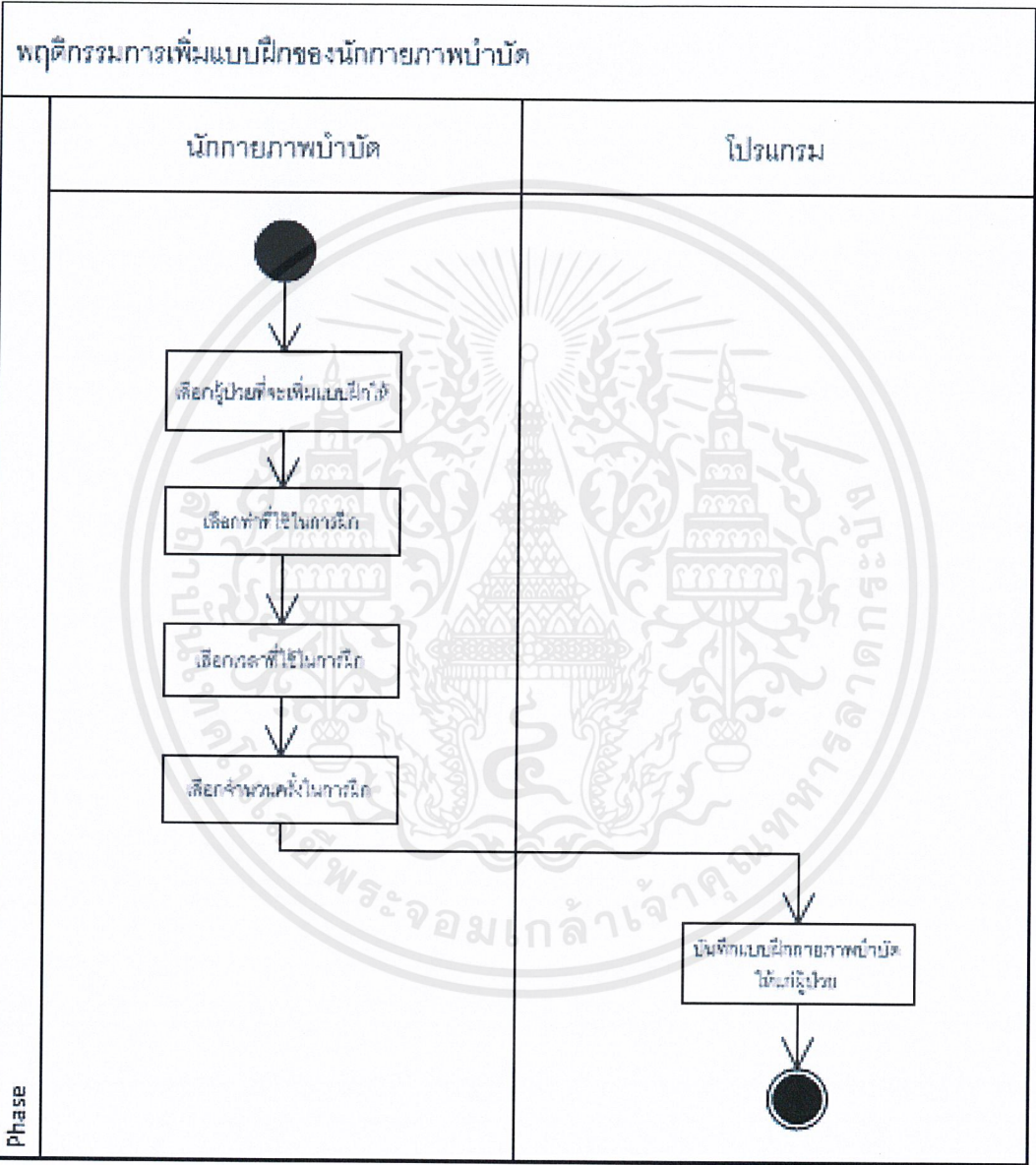
ตารางที่ 3.11 รายละเอียดการเก็บข้อมูลของตาราง Exercise

รายการ	ชนิด	คำอธิบาย
Excode	INTEGER	Primary key ของตาราง Exercise
Status	TEXT(3)	สถานะการฝึกว่าฝึกแบบฝึกนี้ไปแล้วหรือยัง
Posture	INTEGER	ท่าที่ต้องฝึก
Amount	INTEGER	จำนวนครั้งที่ต้องทำ
Time	INTEGER	เวลาที่ใช้ในการฝึก
Memcode	INTEGER	Foreign key สำหรับเชื่อมต่อกับตาราง Member

3.4 Activity Diagram

3.4.1 พฤติกรรมการเพิ่มแบบฝึกของโปรแกรมชุดฝึกกายภาพบำบัดข้อเช่า

Activity Diagram พฤติกรรมการเพิ่มแบบฝึกของโปรแกรมชุดฝึกกายภาพบำบัดข้อเช่าเป็น Diagram ที่แสดงพฤติกรรมการเพิ่มแบบฝึกกายภาพบำบัดให้แก่ผู้ป่วย ดังนี้

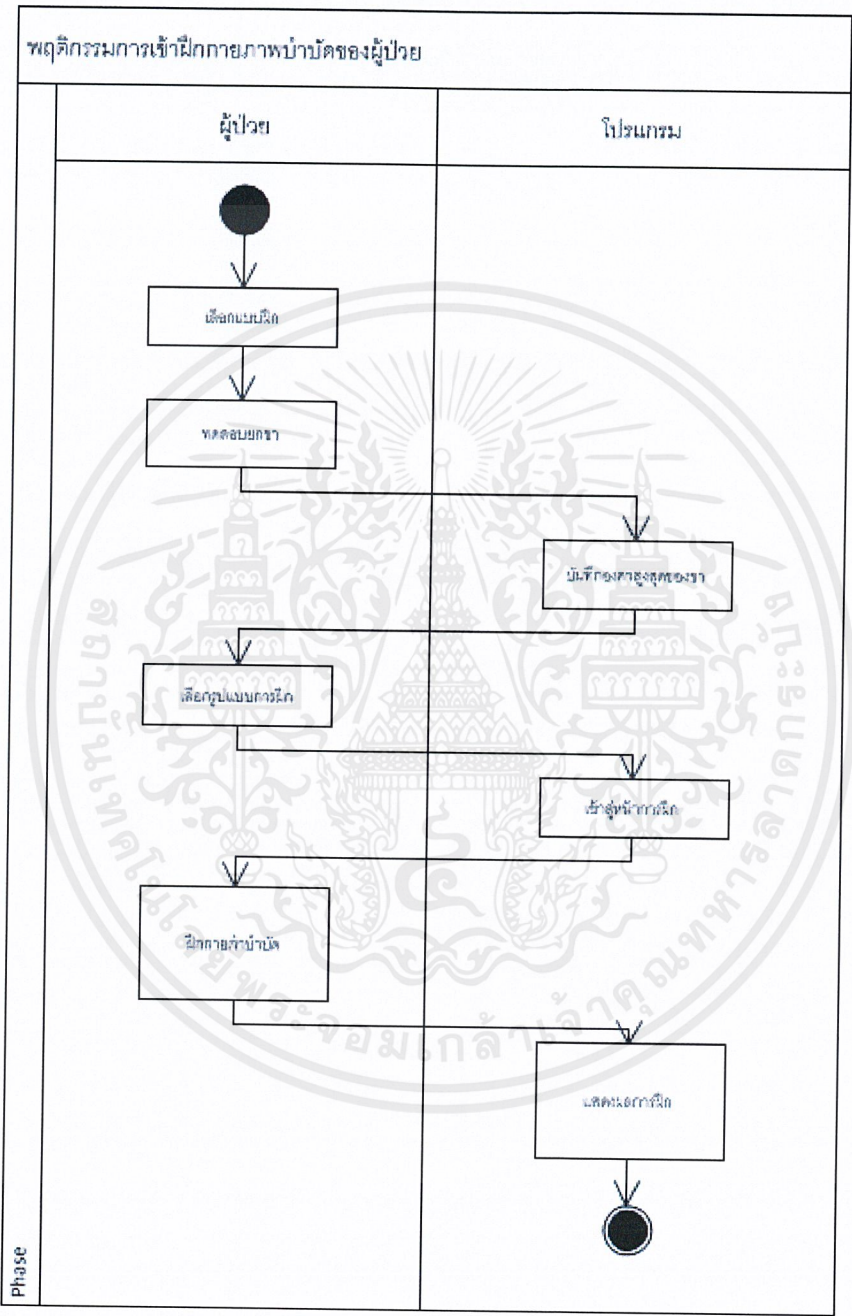


รูปที่ 3.4 Activity Diagram พฤติกรรมการเพิ่มแบบฝึกของโปรแกรมชุดฝึกกายภาพบำบัดข้อเช่า

เริ่มแรกนี้นักกายภาพบำบัดจะเป็นผู้ที่กำหนดแบบฝึกให้แก่ผู้ป่วยแล้วเก็บข้อมูลแบบฝึกนั้นไว้ในฐานข้อมูลภายในตัวโปรแกรม โดยนักกายภาพบำบัดจะทำการเลือกผู้ป่วยที่จะเพิ่มแบบฝึกให้ และเลือกท่า เวลา และ จำนวนครั้งตามลำดับ จากนั้นโปรแกรมจะบันทึกแบบฝึกไว้ในฐานข้อมูล

3.4.2 พฤติกรรมการเข้าฝีกกายภาพบำบัดของผู้ป่วย

Activity diagram พฤติกรรมการเข้าฝีกกายภาพบำบัดของผู้ป่วย เป็น Diagram แสดงการเข้าใช้งานเพื่อฝีกทำกายภาพบำบัดของผู้ป่วย ดังนี้



รูปที่ 3.5 Activity diagram พฤติกรรมการเข้าฝีกกายภาพบำบัดของผู้ป่วย

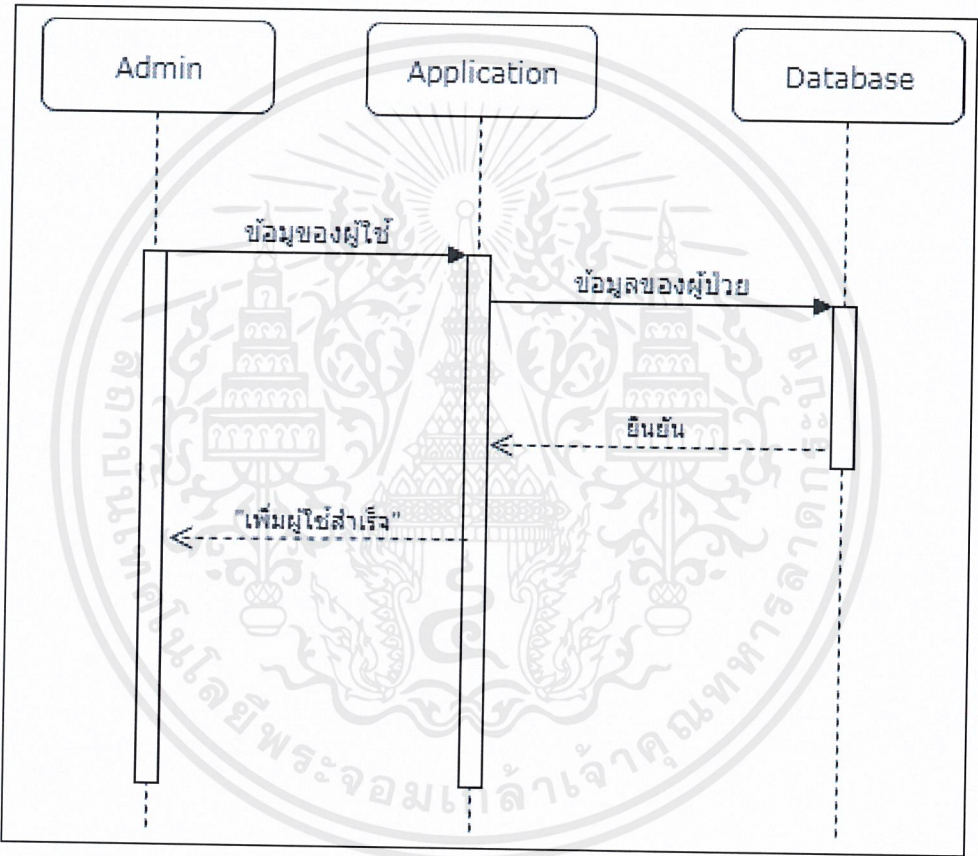
ก่อนทำการฝีกผู้ป่วยจะต้องเลือกแบบฝีกที่นักกายภาพบำบัดกำหนดเอาไว้ให้หรือกำหนดแบบฝีกกายภาพบำบัดแบบอิสระ จากนั้นผู้ป่วยจะต้องทดสอบการยกขาโดยยกขาข้างไว้แล้วบันทึกองศาเอาไว้แล้วจึงเข้าฝีกกายภาพบำบัด เมื่อฝีกเสร็จโปรแกรมจะทำการแสดงผลการฝีกออกมาทางหน้าจอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 Sequence diagram

Sequence diagram จะอธิบายการรับส่งข้อมูลระหว่างผู้ป่วย ตัวโปรแกรม และฐานข้อมูล โดยมีการแยก Sequence diagram ไว้ 3 ส่วนคือ 1) Sequence diagram ของ แอดมิน 2) Sequence diagram ของ นักกายภาพบำบัด 3) Sequence diagram ของ ผู้ป่วย

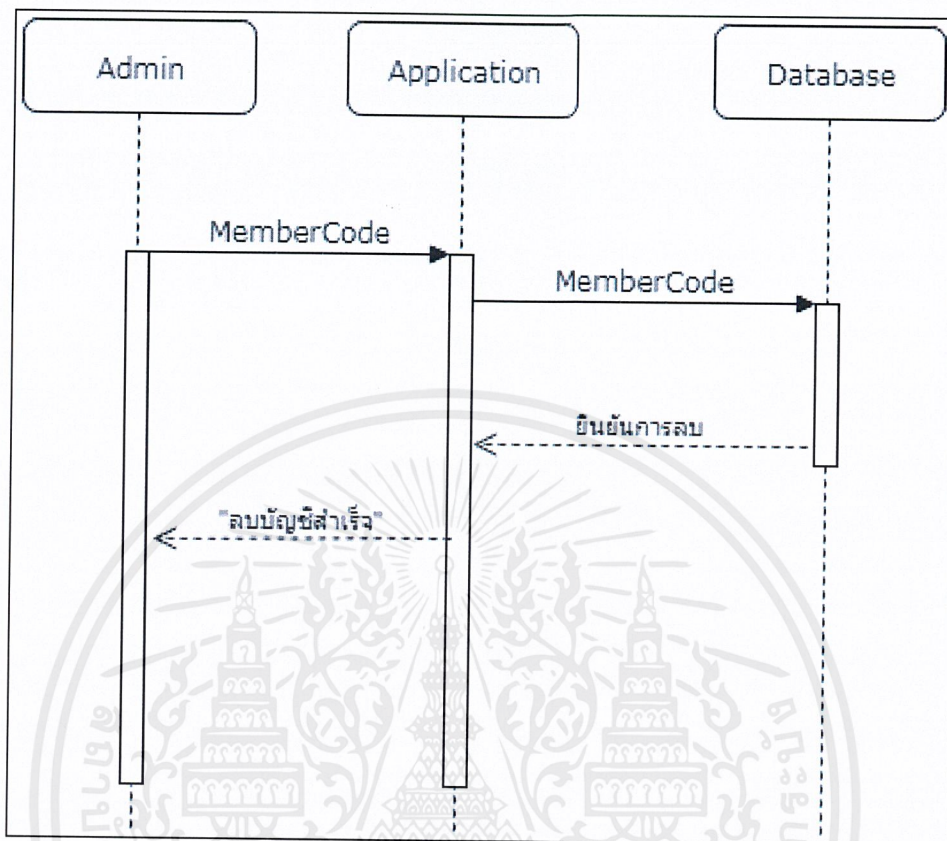
- 1) Sequence diagram ของ แอดมิน
 - 1.1) การเพิ่มบัญชีผู้ใช้



รูปที่ 3.6 Sequence diagram การเพิ่มบัญชีผู้ใช้ของแอดมิน

การเพิ่มบัญชีของผู้ใช้นั้นแอดมินจะต้องทำการกรอกข้อมูลของผู้ใช้แล้วส่งเข้าโปรแกรม โปรแกรมจะทำการส่งข้อมูลดังกล่าวให้แก่ฐานข้อมูลและบอกแอดมินว่าทำการเพิ่มสำเร็จผ่านทางหน้าจอ

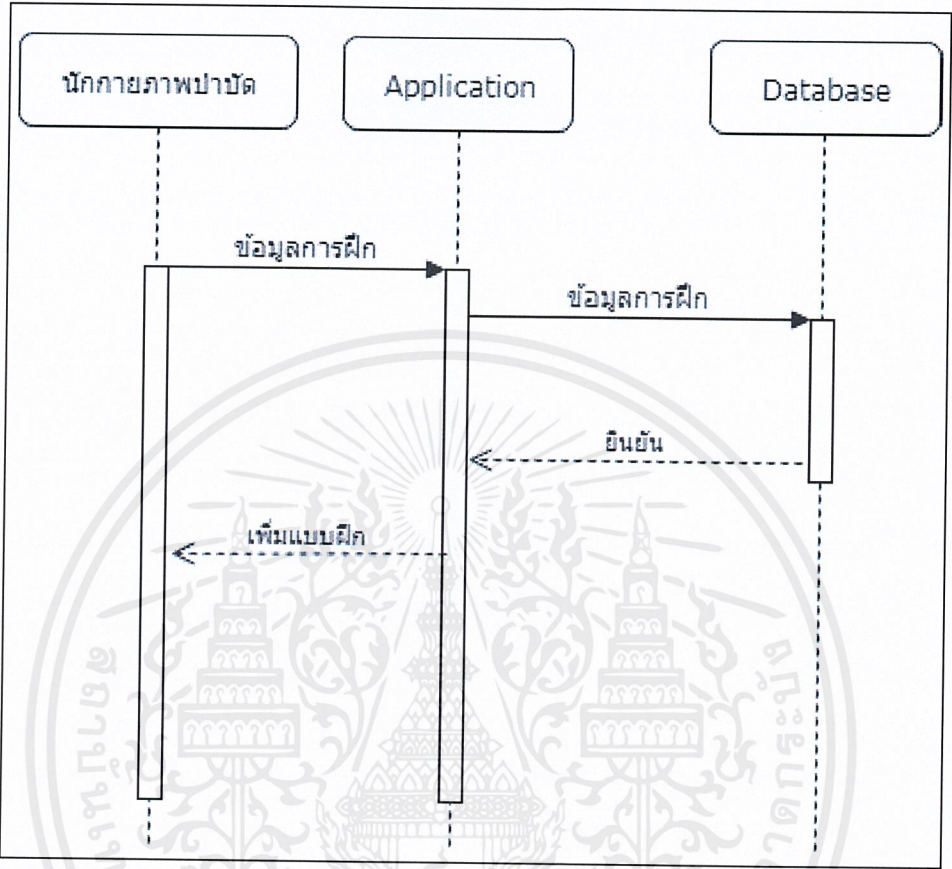
1.2) การลบบัญชีผู้ใช้



รูปที่ 3.7 Sequence diagram การลบบัญชีผู้ใช้ของแอดมิน

การลบบัญชีผู้ใช้แอดมินจะทำการเลือกบัญชีที่ต้องการลบ โปรแกรมจะทำการหา MemberCode ที่เป็น Key ในการลบแถวในฐานข้อมูลแล้วส่ง MemberCode ให้แก่ฐานข้อมูล ฐานข้อมูลจะนำ MemberCode มาทำการหาแถวข้อมูลและลบทิ้ง จากนั้นโปรแกรมจะขึ้นข้อความบอกแอดมินว่าทำการลบสำเร็จหรือไม่

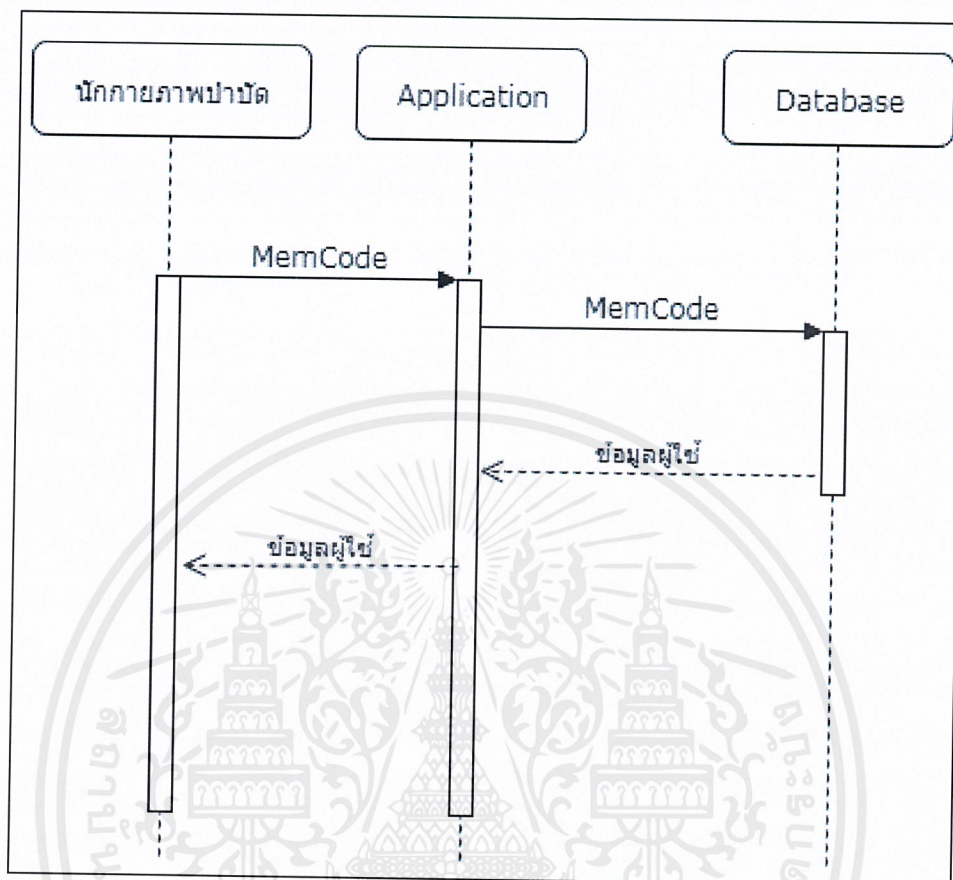
2) Sequence diagram ของ นักกายภาพบำบัด
2.1) การเพิ่มแบบฝึก



รูปที่ 3.8 Sequence diagram การเพิ่มแบบฝึกของนักกายภาพบำบัด

การเพิ่มแบบฝึกของนักกายภาพบำบัด นักกายภาพบำบัดต้องป้อนข้อมูลการฝึก
ต่างๆ ให้กับโปรแกรม คือ ท่าที่ใช้ฝึก เวลา และจำนวนครั้ง จากนั้นโปรแกรมจะนำข้อมูล
ทั้งหมดแปลงเป็นข้อมูลแบบฝึกและส่งเข้าไปบันทึกที่ฐานข้อมูล

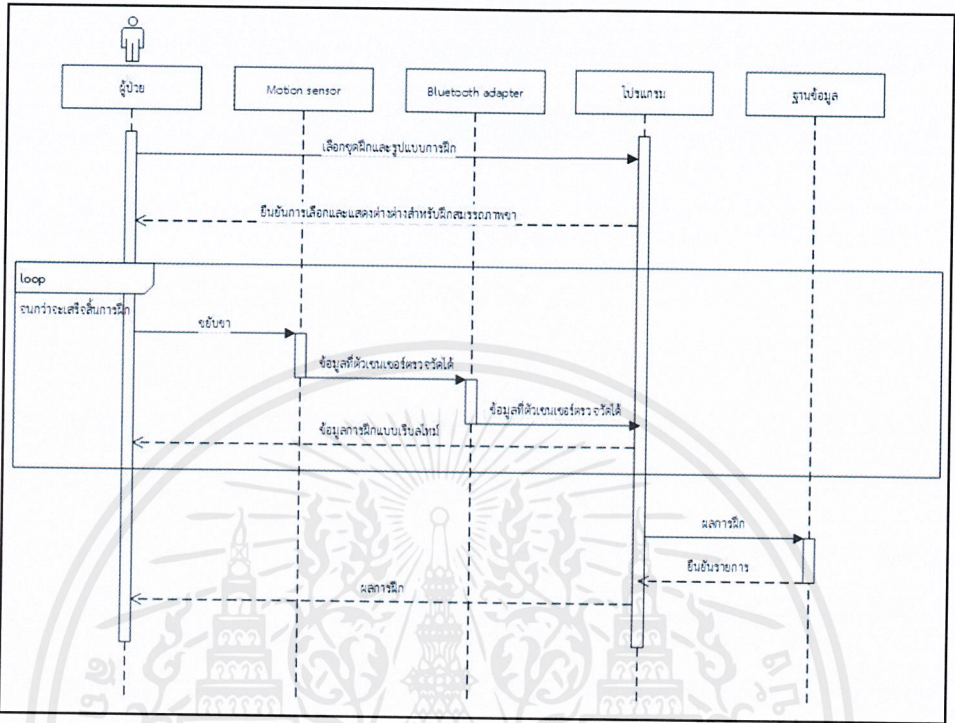
2.2) การดูประวัติการฝึก



รูปที่ 3.9 Sequence diagram การดูประวัติการฝึกผู้ป่วยของนักถ่ายภาพป่าสัตว์

นักถ่ายภาพป่าสัตว์จะทำการเลือกผู้ป่วยที่จะดูประวัติการฝึกแล้วโปรแกรมจะทำการหา MemCode เพื่อส่งเข้าไปหาข้อมูลในฐานข้อมูลและส่งกลับมาแสดงผ่านทางหน้าจอโปรแกรม

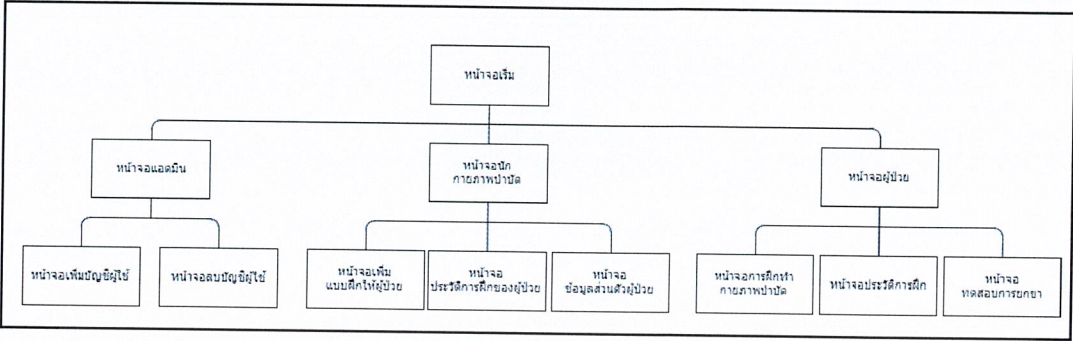
3) Sequence diagram ของ ผู้ป่วย
3.1) การเข้าฝึก



รูปที่ 3.10 Sequence Diagram การเข้าฝึกของผู้ป่วย

การเข้าใช้งานการฝึกของผู้ป่วยจะต้องทำการเลือกแบบฝึกและรูปแบบการฝึกที่นักกายภาพบำบัดกำหนดไว้ให้ก่อนจึงจะเข้าสู่การฝึก โดยในการฝึกนั้นถ้าองศาของขาของผู้ป่วยทั้ง 3 แขนจากเซนเซอร์ไจโรสโคปนั้นจะส่งผ่าน Bluetooth Adapter เข้าสู่ตัวโปรแกรมเพื่อประมวลผลเป็นข้อมูลการฝึกแบบเรียลไทม์ เช่น การเคลื่อนไหวของหุ่นจำลองแบบภายในหน้าจอ การคิดคะแนน เป็นต้น เมื่อเสร็จสิ้นการฝึกข้อมูลการฝึกจะถูกเก็บในฐานข้อมูลก่อนจะแสดงแก่ผู้ป่วย

3.6 โครงสร้างหน้าจอของโปรแกรมชุดฝึกกายภาพบำบัดข้อเข่า



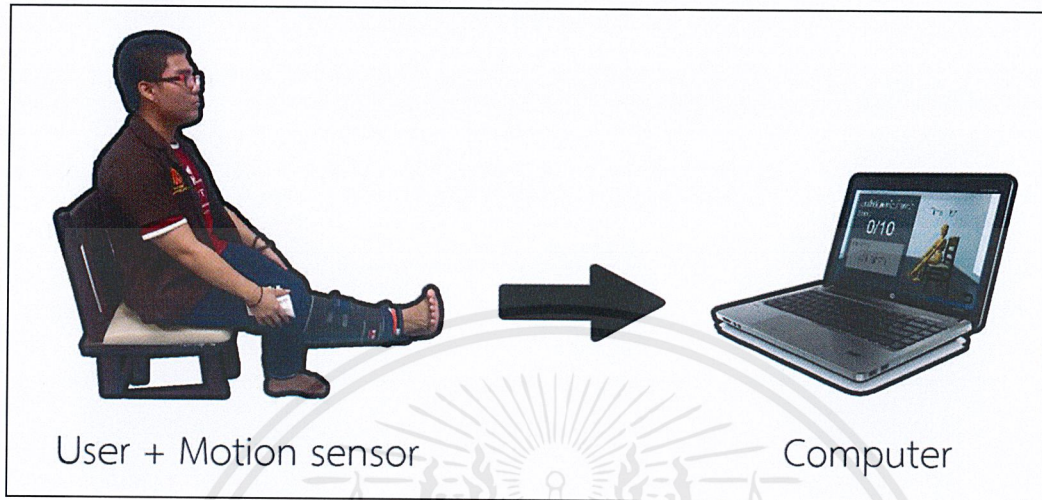
รูปที่ 3.11 โครงสร้างหน้าจอของโปรแกรมชุดฝึกกายภาพบำบัดข้อเข่า

จากรูปที่ 3.6 เมื่อเปิดโปรแกรมขึ้นมาจะเข้าสู่หน้าจอเริ่มต้นของโปรแกรมเป็นหน้าจอที่ผู้ใช้จะต้องทำการยืนยันตัวตนเพื่อเข้าใช้งานโดยหน้าจอถัดไปจะขึ้นอยู่กับชนิดของบัญชีที่ใช้ในการยืนยันตัวตนโดยโครงสร้างหน้าจอของผู้ใช้แต่ละประเภทจะเป็นดังนี้

- 1) Admin หน้าจอสำหรับ Admin จะประกอบไปด้วยหน้าจอเพิ่มบัญชีผู้ใช้ ใช้สำหรับเพิ่มบัญชีผู้ใช้เข้าสู่ระบบ และหน้าจอลบบัญชีผู้ใช้ มีหน้าที่ลบบัญชีผู้ใช้ออกจากระบบ
- 2) นักกายภาพบำบัด หน้าจอสำหรับนักกายภาพบำบัดนั้นประกอบไปด้วยหน้าจอเพิ่มแบบฝึกให้แก่ผู้ป่วยใช้สำหรับให้นักกายภาพบำบัดกำหนดแบบฝึกให้แก่ผู้ป่วยและเก็บข้อมูลแบบฝึกนั้นลงฐานข้อมูล หน้าจอประวัติการฝึกของผู้ป่วยใช้แสดงข้อมูลการฝึกย้อนหลังของผู้ป่วยที่นักกายภาพบำบัดสนใจ หน้าจอข้อมูลผู้ป่วยแสดงข้อมูลส่วนตัวของผู้ป่วย เช่น ชื่อ อายุ เพศ เป็นต้น และสุดท้ายหน้าจอทดลองฝึกใช้ทดลองทำการฝึกกายภาพก่อนที่นักกายภาพบำบัดจะทำการตัดสินใจเพิ่มแบบฝึกให้แก่ผู้ป่วย
- 3) ผู้ป่วย หน้าจอสำหรับผู้ป่วยประกอบไปด้วยหน้าจอประวัติการฝึกแสดงประวัติการฝึกที่ผ่านมาของผู้ป่วย หน้าจอฝึกใช้สำหรับการฝึกกายภาพบำบัด และสุดท้ายหน้าจอแก้ไขข้อมูลส่วนตัวสำหรับให้ผู้ป่วยแก้ไขข้อมูลของตนเอง

บทที่ 4

ผลการวิจัยและการอภิปรายผล



รูปที่ 4.1 ตัวอย่างการใช้งานโปรแกรมชุดฝึกกายภาพบำบัดสำหรับผู้ป่วยข้อเข่าเสื่อม
บนระบบปฏิบัติการวินโดวส์

เนื้อหาบทที่ 4 กล่าวถึงการทดสอบโปรแกรม และผลการทดสอบโปรแกรมและอุปกรณ์ที่ใช้
ในการทดสอบ ซึ่งโปรแกรมนี้ได้ถูกพัฒนาตามที่ออกแบบไว้ในบทที่ 3

4.1 อุปกรณ์ที่ใช้ทดสอบโปรแกรม

การทดสอบโปรแกรมฝึกกายภาพบำบัดสำหรับผู้ป่วยข้อเข่าเสื่อม ได้ใช้อุปกรณ์ในการ
ทดสอบโปรแกรม ดังนี้

1. Notebook เป็นส่วนที่ถูกใช้ในการทดสอบและพัฒนาโปรแกรมฝึกกายภาพบำบัดสำหรับ
ผู้ป่วยข้อเข่าเสื่อม โดยมีสเปกคร่าวๆ ดังนี้

1.1 ส่วนแสดงหน้าจอ ระบบปฏิบัติการ window 10.1

- หน้าจอกว้าง 15.6 inch
- ความละเอียดของหน้าจอ 1920x1080

1.2 ระบบการเชื่อมต่อ

- ช่องเสียบชุดหูฟัง 3.5 มิลลิเมตร
- หน่วยประมวลผล Intel Core i7-6700HQ (2.60 GHz, 6 MB L3 Cache, up to 3.50 GHz)
- ความเร็วของหน่วยประมวล 2.60 GHz
- หน่วยความจำภายในตัวเครื่อง 1TB (ตัวเครื่อง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- RAM 8 GB

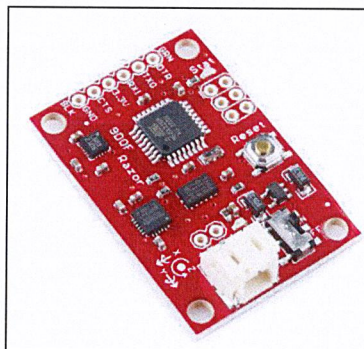
1.3 ระบบการเชื่อมต่อ

- Bluetooth 4.0
- Serial port 5
- HDMI (ต่อสัญญาณเข้าเครื่องโทรทัศน์)
- ช่องเสียบชุดหูฟัง 3.5 มิลลิเมตร



รูปที่ 4.2 Notebook MSI GP62 6QF

2.Degrees of Freedom - Razor IMU เป็นเซ็นเซอร์ตรวจจับการเคลื่อนไหวของร่างกาย โดยภายในอุปกรณ์ประกอบด้วยเซ็นเซอร์ 3 ชนิด คือ Accelerometer, Magnetic meter และ Gyroscope ซึ่งโปรแกรมฝึกกายภาพบำบัดผู้ป่วยข้อเข่าเสื่อมนี้ใช้เพียง Gyroscope เท่านั้น โดยค่าที่ได้ออกมาจาก Gyroscope นั้นเป็นค่าการหมุนรอบทั้ง 3 แกน ซึ่งคือ ค่าการหมุนรอบแกน X (Pitch), ค่าการหมุนรอบแกน Y (Yaw) และค่าการหมุนรอบแกน Z (Roll) ซึ่งแต่ละค่าที่ได้มีมุมมองอยู่ระหว่าง 0 ถึง-180 องศา โดยนำเซ็นเซอร์ตรวจจับการเคลื่อนไหวมาติดตรงส่วนหน้าแข้งของขา แล้วตรวจการจับการเคลื่อนไหวของขา เพื่อนำค่าที่ได้มาคำนวณลักษณะการเคลื่อนไหว โดยตัวอย่างของเซ็นเซอร์และตัวอย่างการเอียงเซ็นเซอร์เพื่อแสดงมุมมองค่าที่ได้เป็นดังนี้

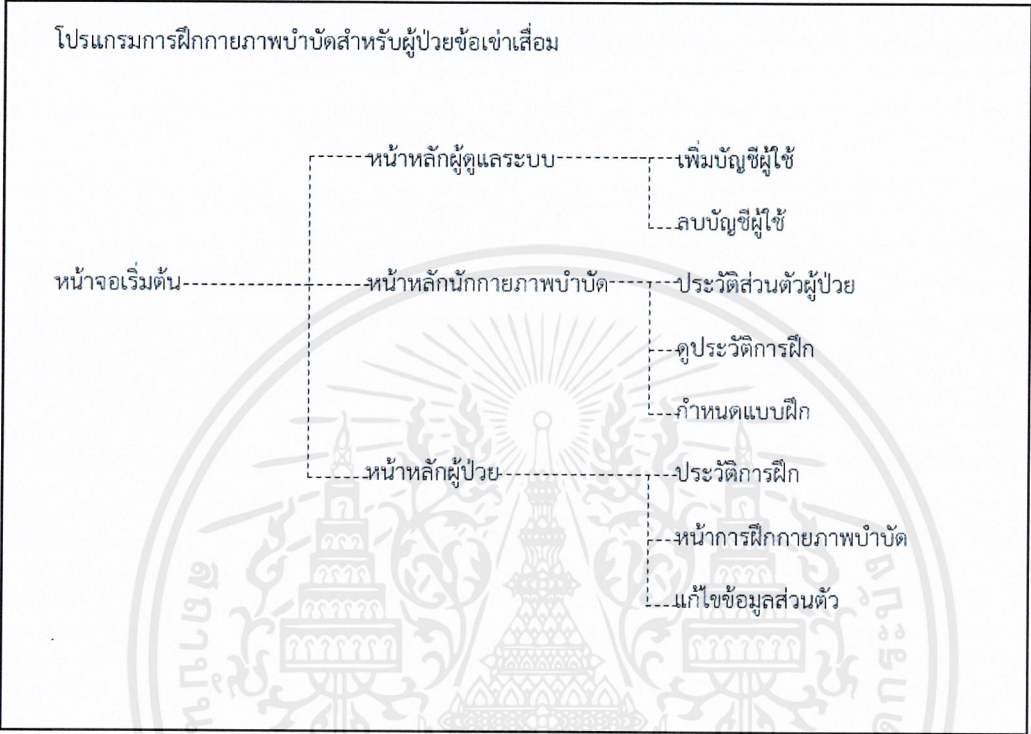


รูปที่ 4.3 เซ็นเซอร์ตรวจจับการเคลื่อนไหว 9 Degrees of Freedom - Razor IMU

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 การทดสอบโปรแกรม

โปรแกรมฝึกกายภาพบำบัดสำหรับผู้ป่วยข้อเข่าเสื่อม ประกอบไปด้วยโครงสร้างหน้าจอโปรแกรม ดังต่อไปนี้

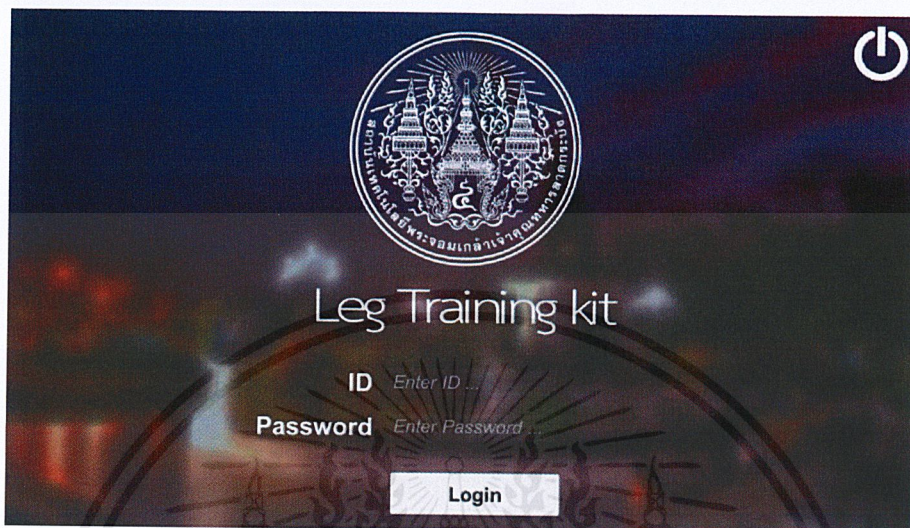


รูปที่ 4.4 โครงสร้างหน้าจอของโปรแกรมฝึกกายภาพบำบัดสำหรับผู้ป่วยข้อเข่าเสื่อม

จากรูปที่ 4.4 แสดงถึงโครงสร้างหน้าจอของโปรแกรมทั้งหมด โดยอธิบายรายละเอียดการทำงานของแต่ละหน้าจอได้ดังนี้

4.2.1 หน้าจอเริ่มต้น

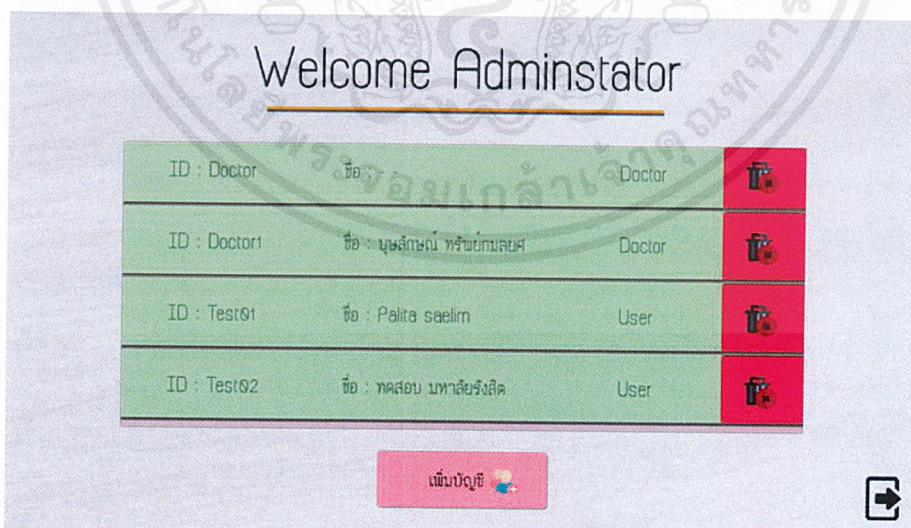
หน้าจอเริ่มต้นเป็นหน้าจอที่ผู้ใช้จะต้องทำการยืนยันตัวตนเพื่อเข้าใช้งานหน้าจอถัดไปจะขึ้นอยู่กับชนิดของบัญชีที่ใช้ในการยืนยันตัวตน



รูปที่ 4.5 หน้าจอเริ่มต้นโปรแกรม

4.2.2 หน้าหลักผู้ดูแลระบบ

หน้าหลักผู้ดูแลระบบ เมื่อทำการเข้าสู่ระบบเรียบร้อยแล้ว ผู้ดูแลระบบจะเข้าสู่หน้าจอหลัก โดยหน้าจอหลักประกอบด้วยหน้าจอเพิ่มบัญชีผู้ใช้ ใช้สำหรับเพิ่มบัญชีผู้ใช้เพื่อเข้าสู่ระบบ และหน้าจอลบบัญชีผู้ใช้ มีหน้าที่ลบบัญชีผู้ใช้ออกจากระบบ

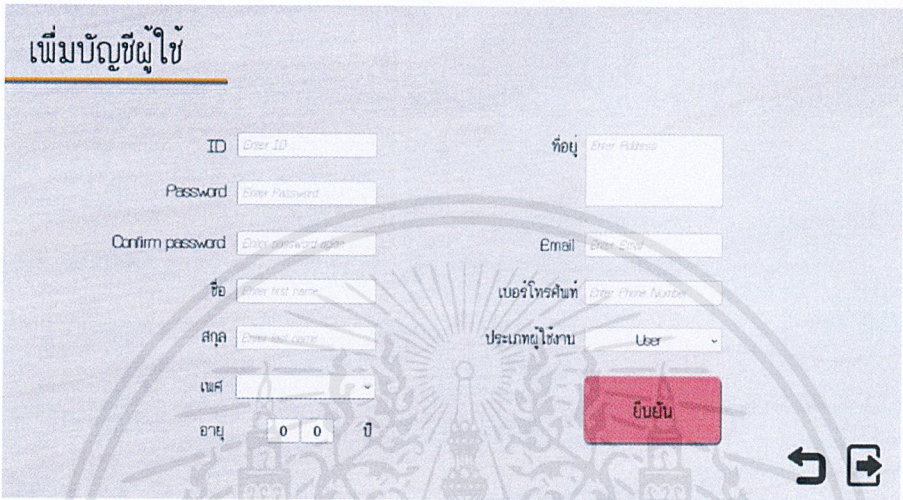


รูปที่ 4.6 หน้าหลักผู้ดูแลระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) เพิ่มบัญชีผู้ใช้

หน้าเพิ่มบัญชีผู้ใช้ เป็นหน้าสำหรับผู้ดูแลระบบ เพิ่มบัญชีผู้ใช้โดยสามารถแยกได้เป็นบัญชีของDoctor และ User โดยเมื่อผู้ดูแลระบบทำการกรอกข้อมูลครบถ้วน กดยืนยัน ข้อมูลบัญชีผู้ใช้จะเก็บลงในฐานข้อมูล



รูปที่ 4.7 หน้าจอเพิ่มบัญชีผู้ใช้

2) ลบบัญชีผู้ใช้

หน้าจอลบบัญชีผู้ใช้ เป็นหน้าจอที่แอดมินสามารถจัดการลบบัญชีผู้ใช้จากระบบ



รูปที่ 4.8 หน้าจอลบบัญชีผู้ใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.3 หน้าหลักนักกายภาพบำบัด

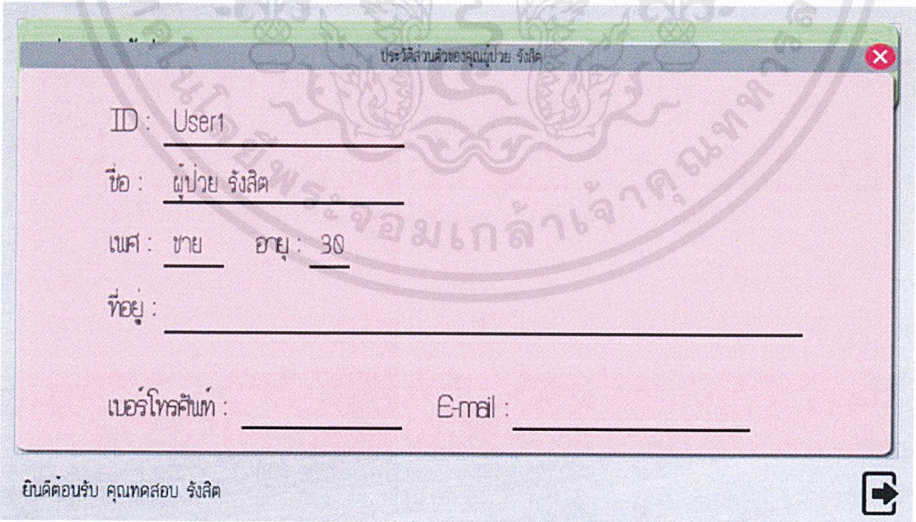
หน้าหลักนักกายภาพบำบัดเป็นหน้าจอที่จะแสดงรายชื่อของผู้ป่วย โดยสามารถดูประวัติส่วนตัว ประวัติการฝึกกายภาพบำบัดของผู้ป่วย และกำหนดแบบฝึกการกายภาพบำบัดแก่ผู้ป่วย



รูปที่ 4.9 หน้าจอหลักนักกายภาพบำบัด

1) หน้าประวัติส่วนตัว

หน้าจอประวัติส่วนตัว เป็นหน้าจอที่แสดงถึงรายละเอียดข้อมูลของผู้ป่วย โดยจะแสดงไอดี ยูสเซอร์ ชื่อ นามสกุล เพศ อายุ ที่อยู่ เบอร์โทรศัพท์และอีเมล



รูปที่ 4.10 หน้าจอประวัติส่วนตัวผู้ป่วย

2) หน้าประวัติการฝึก

หน้าจอประวัติการฝึก เป็นหน้าจอแสดงรายละเอียดการฝึกของผู้ป่วย โดยจะแสดงถึงการฝึก ภายภาพบำบัดที่ผู้ป่วยได้ทำการฝึกกกายภาพบำบัดเรียบร้อยแล้ว

ประวัติการฝึกของผู้ป่วย				
วันเวลาที่ฝึก	ท่าที่ฝึก	จำนวนครั้ง(ครั้ง)	เวลา(วินาที)	ความถี่(เปอร์เซ็นต์)
2518-07-05 06:53:37	นั่งลงขาไปด้านหน้า	15/19	77/80	100.00%
2518-07-05 06:55:55	นั่งลงขาไปด้านหน้า	2/19	79/79	29.00%
2518-07-05 06:59:04	ยืนลงขาไปด้านหน้า	15/19	20/59	100.00%
2518-07-05 07:16:30	ยืนลงขาไปด้านข้าง	15/19	30/40	100.00%
2518-07-05 07:38:00	ยืนลงขาไปด้านข้าง	15/19	59/56	100.00%

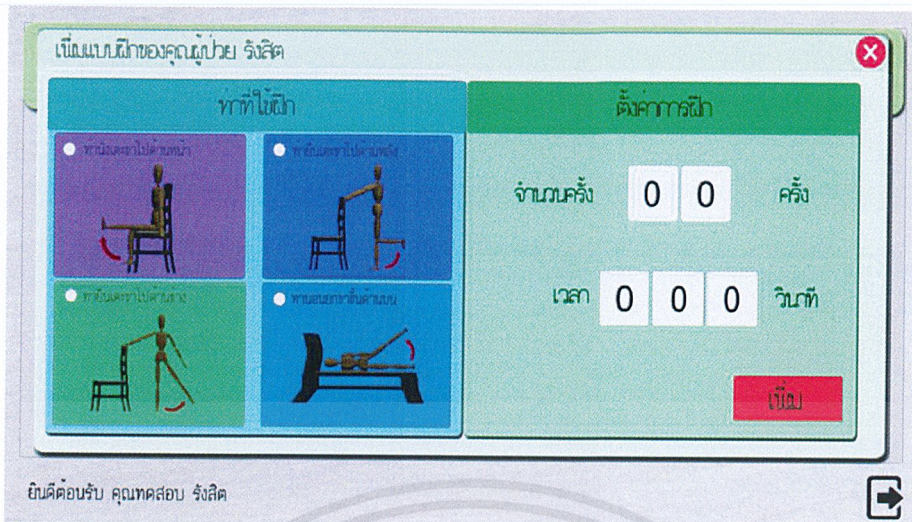
รูปที่ 4.11 หน้าจอประวัติการฝึกกายภาพบำบัดของผู้ป่วย

3) กำหนดแบบฝึก

หน้าจอกำหนดแบบฝึก เป็นหน้าจอที่แสดงถึงรายละเอียดต่างๆในการเพิ่มแบบฝึก โดยนักกายภาพบำบัดจะกำหนดแบบฝึกตามความเหมาะสมให้แก่ผู้ป่วย ไม่ว่าจะเป็นการกำหนดท่าในการฝึก จำนวนครั้ง จำนวนเวลา และคำแนะนำจากนักกายภาพบำบัดถึงผู้ป่วย โดยการกำหนดโปรแกรมการฝึก โปรแกรมจะแสดงหน้าจอออกมาดังรูปที่ 4.12 รายละเอียดโปรแกรมการฝึกที่นักกายภาพบำบัดต้องกำหนดมี ดังนี้

- 1. กำหนดท่าที่จะให้ผู้ป่วยฝึก กำหนดท่าฝึกที่จะให้ผู้ป่วยทำการฝึก โดยที่แบบฝึกมีให้เลือกเป็นท่าแบบฝึกที่มีทั้งหมดในโปรแกรม
- 2. กำหนดตั้งค่าการฝึก โดยจะมีการกำหนดจำนวนครั้ง และเวลา ที่ผู้ป่วยต้องทำการฝึกในจำนวนครั้งและเวลาที่นักกายภาพบำบัดกำหนด จากนั้นทำการกดบันทึก เมื่อบันทึกเสร็จสิ้น โปรแกรมจะนำข้อมูลที่ได้ไปแสดงยังหน้าจอของผู้ป่วย

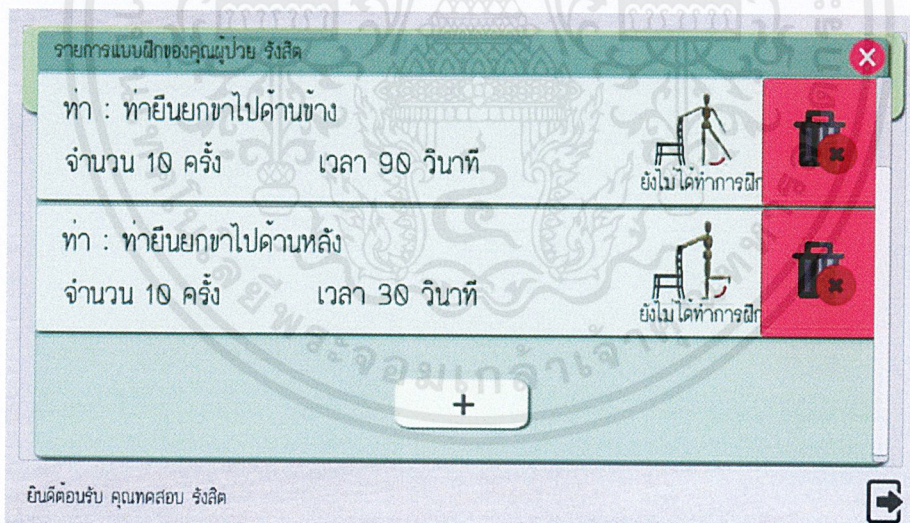
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.12 หน้าจอกำหนดแบบฝึกการกายภาพบำบัด

4) หน้าจัดการลบแบบฝึก

หน้าจัดการลบแบบฝึก เป็นส่วนที่ให้นักกายภาพบำบัดทำการลบแบบฝึก เมื่อนักกายภาพบำบัดทำการเพิ่มแบบฝึกผิดพลาดหรือต้องการที่จะลบแบบฝึกนั้นๆ นักกายภาพบำบัดสามารถทำการลบแบบฝึกที่ทำการเพิ่มไปแล้วได้ โดยทำการกดที่ **ลบ** และยืนยันการลบ



รูปที่ 4.13 หน้าจอจัดการลบแบบฝึก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.4 หน้าหลักผู้ป่วย

หน้าหลักผู้ป่วย เป็นหน้าจอที่แสดงถึงรายการแบบฝึกกายภาพบำบัดที่ผู้ป่วยต้องทำการฝึก โดยรายการฝึกจะได้มาจากการกำหนดแบบฝึกที่นักกายภาพบำบัดได้กำหนดให้ผู้ป่วย โดยเมื่อผู้ป่วยต้องการทำการฝึกสามารถกดเข้าไปในปุ่มฝึกเพื่อทำการกายภาพบำบัด

แบบฝึกทำกายภาพบำบัดข้อเข่า			
ท่า : ทำนั่งตะขาไปด้านหน้า ยังไม่ได้ทำการฝึก		จำนวน 10 ครั้ง	เวลา 60 วินาที
ท่า : ทำยืนตะขาไปด้านหลัง ยังไม่ได้ทำการฝึก		จำนวน 12 ครั้ง	เวลา 80 วินาที
ท่า : ทำยืนตะขาไปด้านหลัง ยังไม่ได้ทำการฝึก		จำนวน 15 ครั้ง	เวลา 90 วินาที
ท่า : ทำนอนตะขาไปด้านข้าง			

รูปที่ 4.14 หน้าจอหลักผู้ป่วย

1) หน้าจอทดสอบการยกขา

หน้าจอนี้จะแสดงถึงส่วนที่ให้ผู้ป่วยเลือกท่า เพื่อทดสอบและบันทึกว่าผู้ป่วยมีความสามารถในการรับรู้มากน้อยขนาดไหน โดยเริ่มแรกแพทย์จะทำการจัดทำของผู้ป่วยและบันทึกองศาของขาผู้ป่วยเอาไว้ จากนั้นแพทย์จะให้ผู้ป่วยหลับตาแล้วยกขาให้เท่ากับองศาเดิมที่บันทึกไว้ ซึ่งผู้ป่วยสามารถทำการทดสอบการยกขา 4 ท่า คือ ทำนั่งตะขาไปด้านหน้า ทำยืนตะขาไปด้านหลัง ทำยืนตะขาไปด้านหน้า ทำนอนตะขาไปด้านหน้า

ทดสอบการยกขา

เลือกท่าที่จะทดสอบ

☒ ทำนั่งตะขาไปด้านหน้า

☐ ทำยืนตะขาไปด้านหลัง

☐ ทำยืนตะขาไปด้านข้าง

☐ ทำนอนตะขาไปด้านข้าง

โปรดยกขาตามภาพ



ความสูงเดิม
90 องศา

72 องศา

บันทึก

ทดสอบการยกขา

แก้ไขข้อมูลส่วนตัว

ประวัติส่วนตัว

ประวัติการฝึก

ออกัสระ

รูปที่ 4.15 หน้าจอทดสอบการยกขา

2) หน้าแก้ไขข้อมูลส่วนตัว

หน้าจอแก้ไขข้อมูลส่วนตัว เป็นหน้าจอที่ผู้ป่วยสามารถเพิ่มหรือแก้ไขประวัติส่วนตัวของตนเอง โดยเมื่อทำการแก้ไขเสร็จ ผู้ป่วยกดปุ่มแก้ไข ข้อมูลประวัติส่วนตัวจะถูกบันทึกลงในฐานข้อมูล

รูปที่ 4.16 หน้าแก้ไขข้อมูลส่วนตัว

3) หน้าประวัติส่วนตัว

หน้าจอประวัติส่วนตัว เป็นหน้าจอที่แสดงรายละเอียดประวัติส่วนตัวของผู้ป่วย โดยจะแสดงข้อมูลต่างๆ ที่ผู้ป่วยได้ทำการบันทึกไว้ในตอนแก้ไขประวัติส่วนตัว

รูปที่ 4.17 หน้าประวัติส่วนตัวผู้ป่วย

4) หน้าประวัติการฝึก

หน้าจอประวัติการฝึก เป็นหน้าจอที่แสดงถึงรายละเอียดการฝึกที่ผู้ป่วยได้ทำการฝึกอยู่แล้ว โดยจะแสดงรายละเอียด วันที่ เวลาที่ฝึก ชื่อแบบฝึก ท่าที่ใช้ฝึก จำนวนครั้ง เวลา และ เปอร์เซ็นต์ความสำเร็จ

ประวัติการฝึก				
วันเวลาที่ฝึก	ท่าที่ใช้ฝึก	จำนวนครั้ง(ครั้ง)	เวลา(วินาที)	ความสำเร็จ(เปอร์เซ็นต์)
2618-07-08 26:31:28	นั่งลงขาไปด้านหน้า	16/16	19/00	100.00%
2618-07-08 26:32:32	นั่งลงขาไปด้านหน้า	16/16	35/00	100.00%
2618-07-08 26:33:14	นั่งลงขาไปด้านหน้า	16/16	21/00	100.00%
2618-07-08 21:19:19	ยืนลงขาไปด้านหลัง	12/12	13/00	100.00%
2618-07-08 21:26:17	ยืนลงขาไปด้านหน้า	15/15	37/00	100.00%
2618-07-08 21:26:49	นอนลงขาไปด้านหน้า	3/5	15/15	60.00%
2618-07-08 21:22:64	ยืนลงขาไปด้านหลัง	12/12	55/00	100.00%

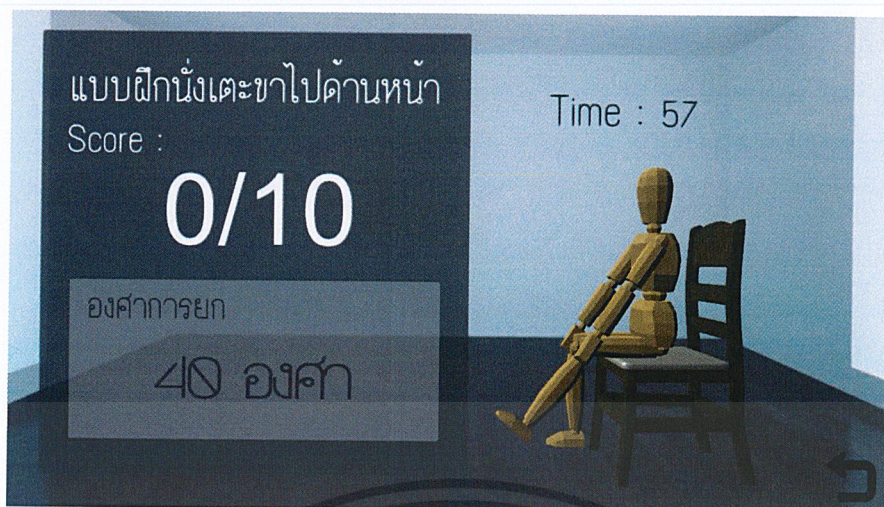
รูปที่ 4.18 หน้าประวัติการฝึกกายภาพบำบัดของผู้ป่วย

5) หน้าการฝึก

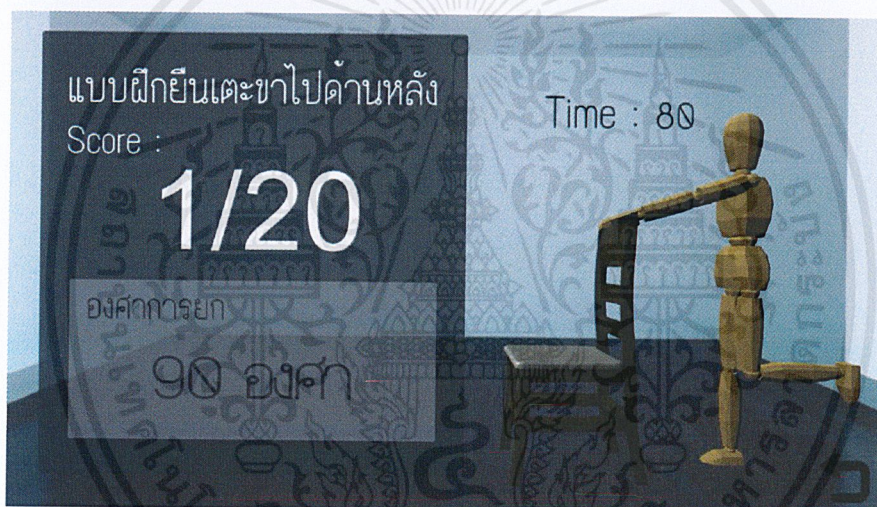
เมื่อผู้ฝึกกายภาพบำบัดได้ทำการกำหนดแบบฝึกให้ผู้ป่วยเรียบร้อยแล้ว ข้อมูลที่ผู้ป่วยจะต้องทำการฝึกจะแสดงในหน้าหลักของผู้ป่วย เมื่อผู้ป่วยต้องการทำการฝึกกายภาพบำบัดสามารถกดไปที่ปุ่มฝึกเพื่อทำการฝึก โดยท่าในการฝึกนักกายภาพบำบัดจะเป็นผู้กำหนดไว้ แต่ผู้ป่วยสามารถเลือกแบบในการฝึกได้โดยจะแบ่งเป็นแบบหุ่น และแบบเกม ดังนี้

1. แบบฝึกหุ่นแบบหุ่น

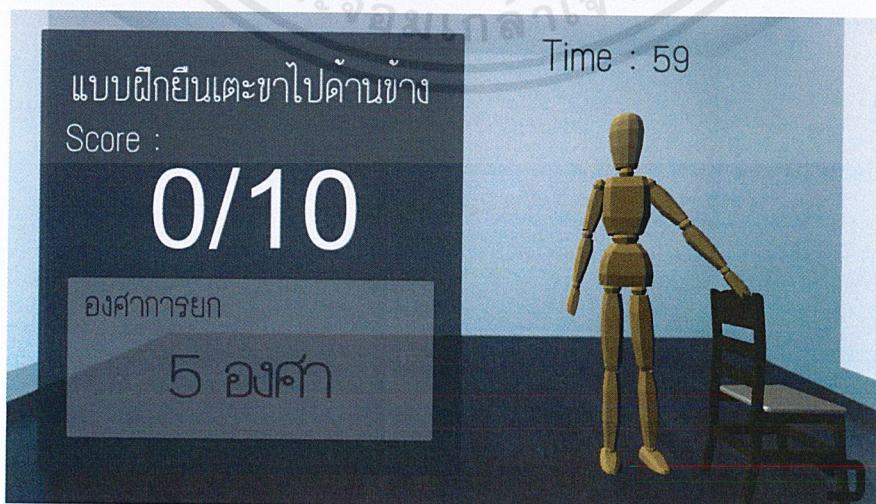
แบบหุ่นจะเป็นหุ่นจำลอง หากผู้ป่วยทำการกายภาพบำบัดส่วนขาของหุ่นจะขยับตามการกายภาพบำบัดของผู้ป่วย โดยหุ่นจะแสดงตามท่ากายภาพบำบัดต่างๆดังรูป 4.19-4.22 ที่นักกายภาพบำบัดได้กำหนดให้ผู้ป่วย เมื่อผู้ป่วยทำการฝึกครบกำหนดและเสร็จภายในเวลาที่นักกายภาพได้กำหนด ข้อมูลจะถูกบันทึกลงในฐานข้อมูล



รูปที่ 4.19 หน้าการฝึกกายภาพแบบหุ่นทำนั่งเตาะขาไปด้านหน้า

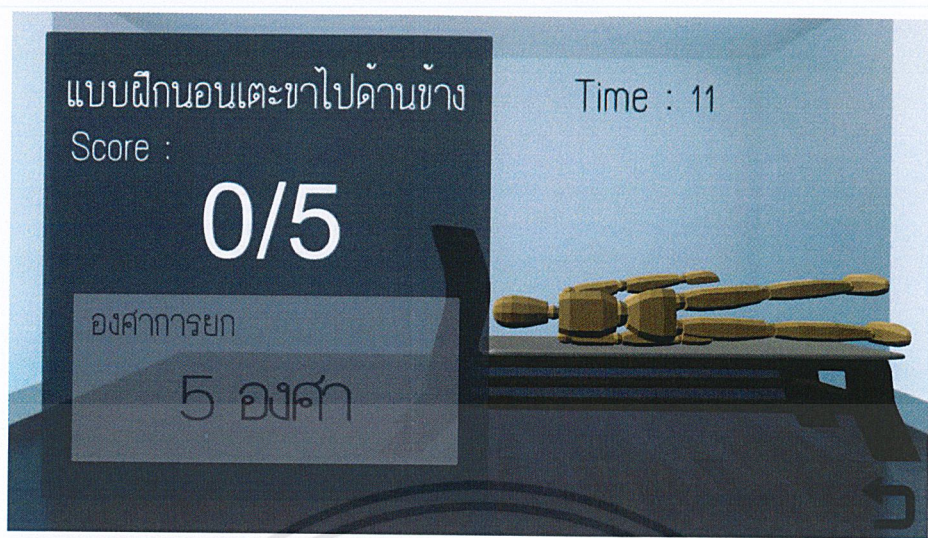


รูปที่ 4.20 หน้าการฝึกกายภาพแบบหุ่นทำยืนยกขาไปด้านหลัง



รูปที่ 4.21 หน้าการฝึกกายภาพแบบหุ่นทำยืนยกขาไปด้านข้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



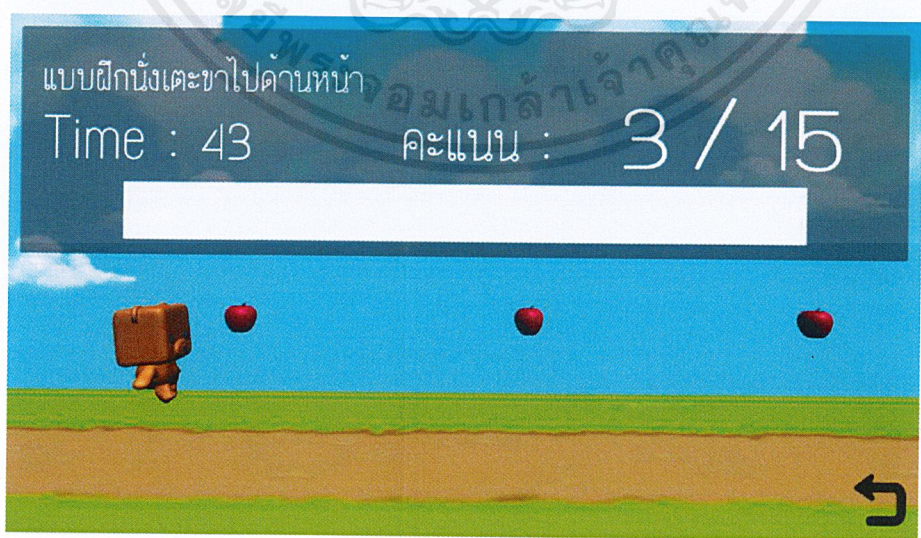
รูปที่ 4.22 หน้าการฝึกกายภาพแบบหุ่นท่านอนยกขาไปด้านข้าง

2. แบบฝึกรูปแบบเกม

หน้าแบบฝึกรูปแบบเกม โดยจะมีเกมในรูปแบบที่แตกต่างกันออกไปตามความสนใจของผู้ป่วย ผู้ป่วยสามารถเลือกเกมที่จะทำการฝึกได้ โดยรูปแบบเกมจะแบ่งออกเป็น 4 เกม คือ เกมหมี่ เกมป็นใหญ่ เกมบาส และเกมยานอวกาศ โดยผู้ป่วยจะต้องทำการฝึก กายภาพบำบัดให้ครบตามที่นักกายภาพบำบัดกำหนดไว้ ภารกิจในเกมถึงจะสำเร็จ หากผู้ป่วยฝึกไม่สำเร็จก็จะไม่ผ่าน โดยข้อมูลการฝึกจะถูกเก็บลงฐานข้อมูล

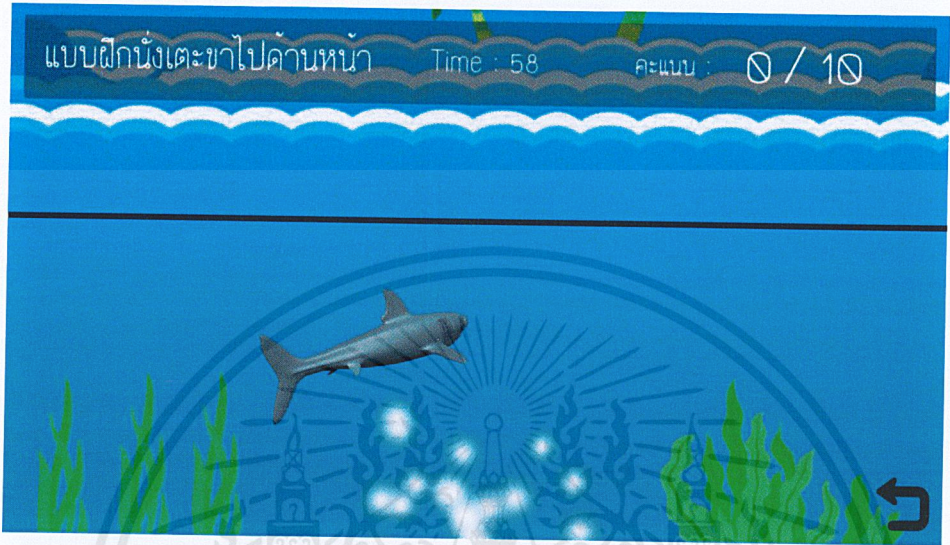
เกมหมี่ เป็นเกมที่ผู้ป่วยต้องขยับขาตามท่ากายภาพบำบัดที่กำหนด เพื่อทำการ ควบคุมหมี่ให้เก็บแอปเปิล หากผู้ป่วยทำการยกขาได้ถึงจุดที่ได้บันทึกไว้ระดับสูงสุดในการยกขาไว้ ต่อ น แรก ดังรูป

4.15 หมี่ก็จะทำการเก็บแอปเปิลหากครบตามจำนวนที่มีการกำหนดไว้ก็จะฝึกสำเร็จ



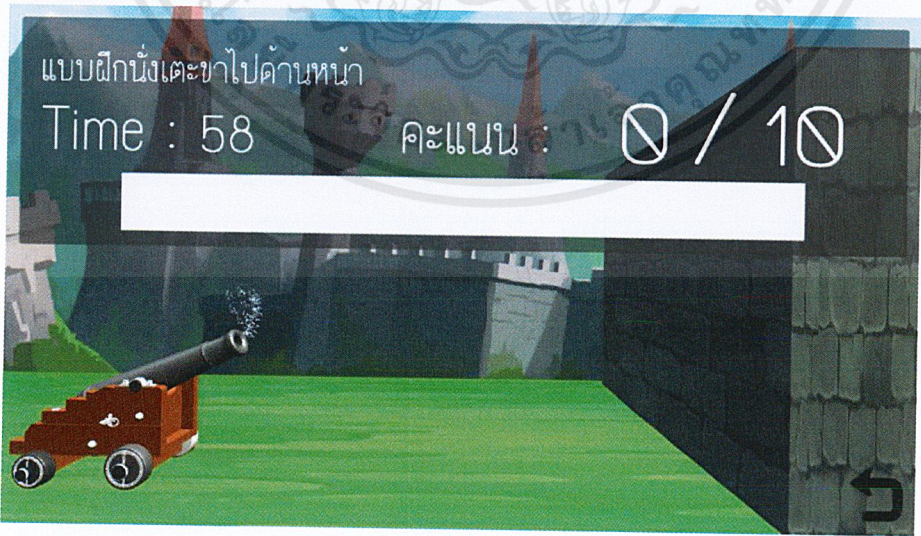
รูปที่ 4.23 หน้าจอแบบฝึกเกมรูปแบบเกมหมี่

เกมฉลาม เป็นเกมที่ผู้ป่วนต้องขยับขาตามท่ากายภาพบังคับที่กำหนด เพื่อทำการบังคับให้ฉลามทำการกระโดดเลยเส้นที่กำหนด หากผู้ป่วนทำการยกขาได้ถึงจุดที่ได้บันทึกไว้ที่ระดับสูงสุดในการยกขาไว้ตอนแรกดังรูป 4.15 ฉลามจะทำการว่ายน้ำขึ้นเหนือเส้น หากทำการฝึกครบจำนวนที่กำหนดก็จะฝึกสำเร็จ



รูปที่ 4.24 หน้าจอแบบฝึกเกมรูปแบบเกมฉลาม

เกมปืนใหญ่ เป็นเกมที่ผู้ป่วนต้องขยับขาตามท่ากายภาพบังคับที่กำหนด เพื่อทำการยิงปืนใหญ่ใส่กำแพง โดยผู้ป่วนจะต้องทำการยกขาค้างเพื่อให้หลอดพลังทำการชาร์ตและปล่อยลูกระเบิดออก หากผู้ป่วนทำการยกขาได้ถึงจุดที่ได้บันทึกไว้ที่ระดับสูงสุดในการยกขาไว้ตอนแรกดังรูป 4.15 ปืนใหญ่จะทำการยิงปืนใส่กำแพง หากทำครบกำหนดการฝึกก็จะสำเร็จ



รูปที่ 4.25 หน้าจอแบบฝึกเกมรูปแบบเกมปืนใหญ่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เกมจรวด เป็นเกมที่ผู้ป่วนต้องขยับขาตามท่ากายภาพบังคับที่กำหนด เพื่อทำการบังคับจรวดให้ลอดห่วงเพื่อเก็บคะแนน และหลบหลีกสิ่งกีดขวาง อาทิ ยานอวกาศ อุกาบาต หากผู้ป่วนทำการยกขาได้ถึงจุดที่ได้บันทึกในระดับสูงสุดในการยกขาไว้ตอนแรกดังรูป 4.15 จรวดก็จะทำการบินขึ้นหรือบินลง เพื่อทำการหลบสิ่งกีดขวางนั้นๆ หากทำการฝึกครบจำนวนที่กำหนดก็จะฝึกสำเร็จ



รูปที่ 4.26 หน้าจอแบบฝึกเกมรูปแบบเกมจรวด

เมื่อผู้ป่วนทำการฝึกเสร็จสิ้น หากผู้ป่วนทำการฝึกสำเร็จหน้าจอจะแสดงผล ดังรูปที่ 4.27 แต่ถ้าผู้ป่วนทำการฝึกไม่สำเร็จหน้าจอจะแสดงผล ดังรูปที่ 4.28 และผลจะถูกบันทึกลงฐานข้อมูลเพื่อให้ นักกายภาพบำบัดนำข้อมูลไปใช้วิเคราะห์และกำหนดโปรแกรมการฝึกในขั้นต่อไปให้แก่ผู้ป่วน



รูปที่ 4.27 หน้าจอแสดงผลการฝึกสำเร็จ



รูปที่ 4.28 หน้าจอแสดงผลการฝึกไม่สำเร็จ

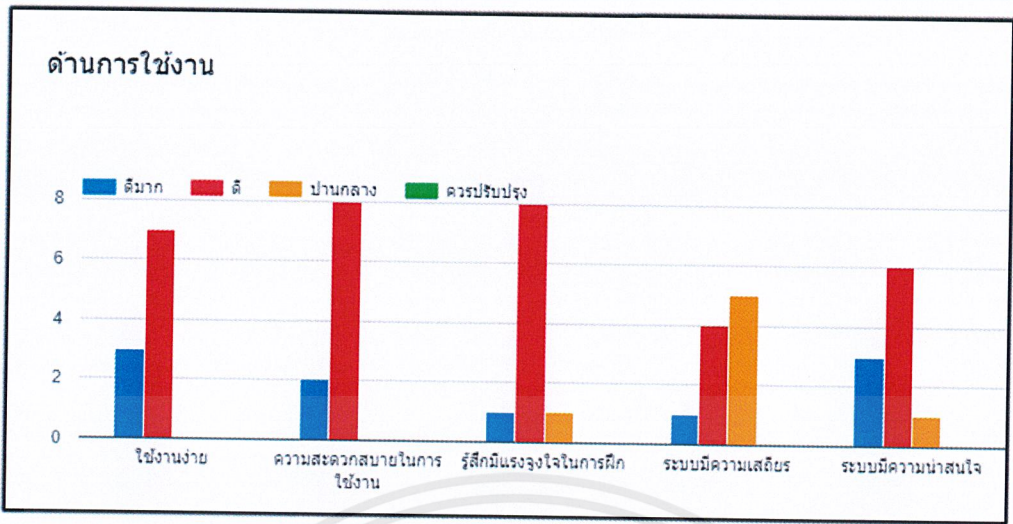
4.3 ผลการทดสอบโปรแกรม

ผลการทดสอบโปรแกรม เป็นการทดสอบโดยนำโปรแกรมที่ได้พัฒนาต่อยอดไปทำการทดสอบกับบุคคลที่อาจารย์ทิวา โกศล คณะกายภาพบำบัด มหาวิทยาลัยรังสิต เลือกมาทำการทดสอบจำนวน 10 คน ซึ่งผลการทดสอบโปรแกรมเป็นดังนี้

4.3.1. ผลการทดสอบโปรแกรมของบุคคลทั่วไป

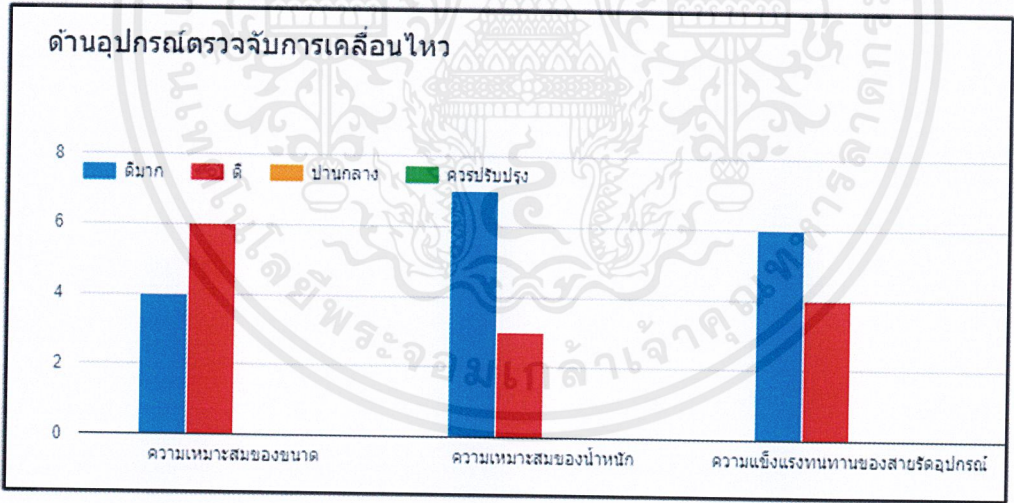
เป็นการทดสอบโปรแกรมเพื่อประเมินระดับความพึงพอใจกับบุคคลที่นักกายภาพบำบัดทำการเลือกมา 2 ช่วงอายุ ดังนี้ น้อยกว่า 20 ปี, 20 – 40 ปี และได้แบ่งหัวข้อของการประเมินความพึงพอใจออกเป็น 4 หัวข้อหลัก คือ

- 1. ความพึงพอใจด้านการใช้งาน ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ทดสอบโปรแกรมทั้ง 2 ช่วงอายุ คือ ใช้งานง่ายอยู่ในเกณฑ์ดี ความสะดวกสบายในการใช้การอยู่ในเกณฑ์ดี รู้สึกมีแรงจูงใจอยู่ในเกณฑ์ดี ระบบมีความเสถียรอยู่ในเกณฑ์ปานกลาง ระบบมีความน่าสนใจอยู่ในเกณฑ์ดี ได้แสดงออกมาอยู่ในรูปแบบของกราฟดังรูปที่ 4.29



รูปที่ 4.29 ผลการประเมินความพึงพอใจด้านการใช้งาน

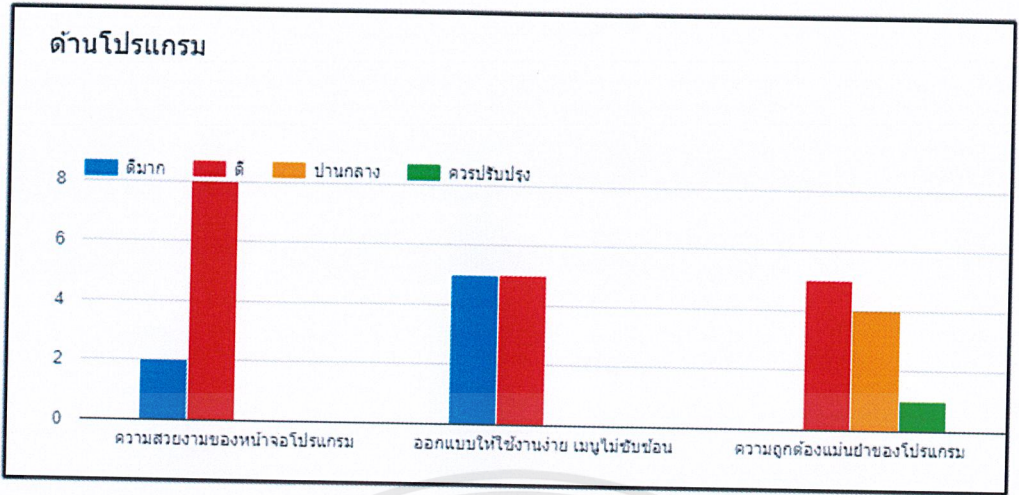
2. ความพึงพอใจด้านอุปกรณ์ตรวจจับการเคลื่อนไหว ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ทดสอบโปรแกรมทั้ง 2 ช่วงอายุ คือ ความเหมาะสมของขนาดอยู่ในเกณฑ์ดี ความเหมาะสมของน้ำหนักอยู่ในเกณฑ์ดีมาก ความแข็งแรงทนทานของสายรัดอุปกรณ์อยู่ในเกณฑ์ดีมาก ได้แสดงออกมาอยู่ในรูปแบบของกราฟดังรูปที่ 4.30



รูปที่ 4.30 ผลการประเมินความพึงพอใจด้านอุปกรณ์ตรวจจับการเคลื่อนไหว

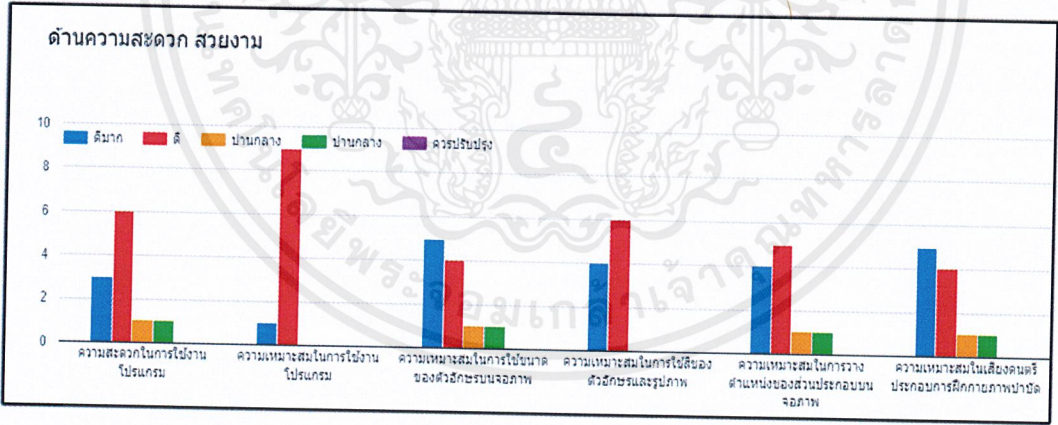
3. ความพึงพอใจด้านโปรแกรม ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ทดสอบโปรแกรมทั้ง 2 ช่วงอายุ คือ ความสวยงามของหน้าจอโปรแกรมอยู่ในเกณฑ์ดี การออกแบบให้ใช้งานง่ายเมนูไม่ซับซ้อนอยู่ในเกณฑ์ดีและดีมาก ความถูกต้องแม่นยำของโปรแกรมอยู่ในเกณฑ์ดี ได้แสดงออกมาอยู่ในรูปแบบของกราฟดังรูปที่ 4.30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.31 ผลการประเมินความพึงพอใจด้านโปรแกรม

4. ความพึงพอใจด้านความสะดวกและความสวยงามของโปรแกรม ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ทดสอบโปรแกรมทั้ง 2 ช่วงอายุ คือ ความสะดวกในการใช้งานโปรแกรมอยู่ในเกณฑ์ดี ความเหมาะสมในการใช้งานโปรแกรมอยู่ในเกณฑ์ดี ความเหมาะสมในการใช้ขนาดของตัวอักษรบนจอภาพอยู่ในเกณฑ์ดีมาก ความเหมาะสมในการวางตำแหน่งของส่วนประกอบบนจอภาพอยู่ในเกณฑ์ดี ความเหมาะสมในเสียงดนตรีประกอบการฝึกกายภาพบำบัดอยู่ในเกณฑ์ดีมาก ได้แสดงออกมาอยู่ในรูปแบบของกราฟดังรูปที่ 4.32



รูปที่ 4.32 ผลการประเมินความพึงพอใจด้านความสะดวกและความสวยงาม

จากรูปที่ 4.30, 4.31 และ 4.32 สามารถสรุปได้ว่า ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ทดสอบในแต่ละหัวข้ออยู่ในระดับที่ค่อนข้างดี

4.3.2 ผลการทดสอบโปรแกรมของนักกายภาพบำบัด

เป็นผลทดสอบโปรแกรมโดย อาจารย์ทิวา โกศล คณะกายภาพบำบัด มหาวิทยาลัยรังสิต ซึ่งผลการประเมินโปรแกรมในแต่ละด้านเป็นดังนี้

ตาราง 4.1 การประเมินของนักกายภาพบำบัด

ประเด็นการประเมิน	ความคิดเห็น
1. ด้านอุปกรณ์ที่ใช้งานร่วมกับโปรแกรม	- อุปกรณ์ตัวเซ็นเซอร์ที่ติดกับขามีน้ำหนักไม่ เป็นอุปสรรคต่อการเคลื่อนไหวของผู้ป่วย - กล่องใส่เซ็นเซอร์เหมาะสมกับการใช้งาน
2. ด้านความน่าใช้งานของโปรแกรม	- การนำเสนอในรูปแบบเกมที่เพิ่มขึ้นมา น่าสนใจอย่างมาก - ขนาดตัวหนังสือ สีเส้น ดูเหมาะสม ไม่น่าเบื่อ - โปรแกรมการฝึกในรูปแบบเกมที่สร้างขึ้นมา ทำให้ผู้ป่วยตื่นตาเมื่อเทียบกับการออกกำลังกาย กายแบบมาตรฐาน
3. ด้านความเหมาะสมของแบบฝึก	- สามารถนำไปใช้ได้จริงในการรักษาผู้ป่วยที่มี ปัญหาบริเวณเข่า โดยเฉพาะผู้ป่วยข้อเข่าเสื่อม - เกมส่วนที่ให้ผู้ผู้ป่วยทำการยกขาข้างเป็น ความคิดที่ดีสามารถใช้ได้จริงในการฝึก
4. ด้านภาพรวมของโปรแกรม	- โปรแกรมออกมาดีพอสมควร มีความตื่นตา ตื่นใจเมื่อเห็นตัวโปรแกรมและเกมที่ใช้ในการ ฝึกกายภาพบำบัด

4.3.3 ข้อเสนอแนะในการต่อยอดโปรแกรมการฝึกจากนักกายภาพบำบัด

1.อยากให้เกมมีรูปแบบที่หลากหลายยิ่งขึ้น โดยสามารถตอบโจทย์ในทุกเพศ ทุกช่วงอายุ เพื่อให้ผู้ป่วยในแต่ละเพศ ทุกช่วงอายุ ทำการฝึกกายภาพบำบัดได้โดยตรงตามความเหมาะสมของตนเอง

2.อยากให้มีการพัฒนาต่อยอดในส่วนการทดสอบการยกขา อยากให้สามารถบันทึกค่าการยกขาของผู้ป่วยได้ในแต่ละครั้งว่าการยกขารอบนี้ กับรอบหน้ามีความแตกต่างกันหรือไม่ เพื่อนำค่าองศาที่ผู้ป่วยทำการยกขาและบันทึกมาเปรียบเทียบกันในแต่ละครั้ง

3.อยากให้ในส่วนของเกมมีความเด่นในการฝึกแต่ละแบบโดยแบ่งเป็นหมวดหมู่ เช่น หากเป็นเกมในส่วนที่มีฝึกโดยยกขาข้าง ก็ควรเป็นเกมที่ตอบสนองการฝึกสำหรับการยกขาข้างโดยเฉพาะ หากเป็นอีกหมวดหมู่สำหรับผู้ที่ไม่ต้องทำการฝึกยกขาข้างก็จะเป็นอีกรูปแบบหนึ่ง

บทที่ 5

สรุปผลการทดสอบและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดสอบ

ในการพัฒนาโปรแกรมชุดฝึกกายภาพบำบัดข้อเข่า สามารถสรุปผลการพัฒนาได้ 2 ส่วน ดังนี้

5.1.1. สรุปผลการพัฒนาและออกแบบระบบ

การพัฒนาโปรแกรมชุดฝึกกายภาพบำบัดข้อเข่านั้น ถูกพัฒนาต่อยอดเพื่อนำไปใช้บำบัดผู้ที่มีปัญหากล้ามเนื้อส่วนขาอ่อนแรงให้มีความรู้สึกรู้สึกมีความสนใจและรู้สึกรู้สึกอยากที่จะทำการฝึกมากขึ้น ซึ่งได้พัฒนาแบบฝึกในรูปแบบเกมออกมา 4 แบบ คือ

1. เกมหมี เป็นเกมในรูปแบบที่เมื่อผู้ป่วยทำการยกขาตามท่าที่นักกายภาพบำบัดกำหนด จะเป็นการบังคับให้หมีทำการเก็บแอปเปิล ผู้ป่วยต้องพยายามยกขาเพื่อให้หมีเก็บจำนวนแอปเปิลให้ครบตามจำนวนภายในระยะเวลาที่กำหนด

2. เกมปืนใหญ่ เป็นเกมในรูปแบบที่เมื่อผู้ป่วยทำการยกขาตามท่าที่นักกายภาพบำบัดกำหนด จะเป็นการบังคับให้ปืนใหญ่ทำการยิงปืนใส่กำแพง ผู้ป่วยต้องพยายามยกขาค้างเพื่อให้หลอดแดงเพิ่ม เมื่อหลอดเต็มปืนใหญ่จะทำการยิงปืน โดยต้องทำให้ได้ตามจำนวนภายในระยะเวลาที่กำหนด

3. เกมฉลาม เป็นเกมในรูปแบบที่เมื่อผู้ป่วยทำการยกขาตามท่าที่นักกายภาพบำบัดกำหนด จะเป็นการบังคับให้ฉลามทำการกระโดดให้เลยเส้น ผู้ป่วยต้องพยายามยกขาเพื่อบังคับให้ฉลามกระโดดเลยเส้นได้ตามจำนวนภายในระยะเวลาที่กำหนด

4. เกมจรวด เป็นเกมในรูปแบบที่เมื่อผู้ป่วยทำการยกขาตามท่าที่นักกายภาพบำบัดกำหนด จะเป็นการบังคับให้จรวดทำการขึ้นลง เพื่อหลบสิ่งกีดขวาง ผู้ป่วยต้องพยายามยกขาเพื่อทำการหลบสิ่งกีดขวางให้ได้ตามจำนวนภายในระยะเวลาที่กำหนด

เมื่อทำการฝึกเสร็จสิ้น ผลการฝึกจะถูกบันทึกลงฐานข้อมูลเพื่อนักกายภาพบำบัดใช้ในการวิเคราะห์ต่อไป

5.1.2. สรุปผลการทดสอบโปรแกรม

สรุปผลการทดสอบโปรแกรมโดยนักกายภาพบำบัด ซึ่งผลการประเมินในภาพรวมอยู่ในเกณฑ์ดีมาก เพราะ ได้พัฒนาต่อยอดเพิ่มการฝึกกายภาพบำบัดส่วนที่เป็นรูปแบบเกมให้มีความหลากหลายและน่าสนใจยิ่งขึ้น

5.2 ปัญหาต่างๆ ที่พบระหว่างการพัฒนาโปรแกรม

1. โปรแกรมตัวนี้ได้มีการทำงานร่วมกับอุปกรณ์ภายนอกนั้นคือ motion sensor บ่อยครั้งที่การเชื่อมต่อระหว่างโปรแกรมกับ Bluetooth adapter เกิดความล้มเหลว ทำให้เกิดการหลุดการเชื่อมต่อบ่อยครั้ง
2. เมื่อทำการเชื่อมต่อระหว่างโปรแกรมกับเซ็นเซอร์ พบว่าตัวโปรแกรมนำข้อมูลจากเซ็นเซอร์ที่เข้ามาคำนวณได้ไม่ทันทำให้การแสดงผลทางหน้าจอล่าช้ากว่าการเคลื่อนไหวจริงของผู้ฝึก
3. อนาคตของเซ็นเซอร์เมื่อทำการคาลิเบรต เมื่อมีการกลับค่าจากค่าบวกเป็นค่าลบหรือค่าลบเป็นค่าบวกการวัดมุมจำทำได้ไม่แม่นยำ

5.3 ข้อเสนอแนะและแนวทางการพัฒนาต่อยอด

1. ปรับอุปกรณ์ที่ติดกับเซ็นเซอร์และขาของผู้ป่วยให้มีความมั่นคงยิ่งขึ้น
2. ปรับรูปแบบการฝึกให้มีความหลากหลายและแปลกตายิ่งขึ้น เพื่อดึงความสนใจของผู้ฝึกให้สามารถอยากทำการกายภาพบำบัดโดยไม่เกิดความเบื่อหน่าย
3. ปรับปรุงโปรแกรมให้สามารถตรวจจับมุมมองการหมุนจากแกน Roll และ Yaw เพื่อป้องกันการฝึกผิดท่าทางของผู้ฝึก
4. ปรับปรุงฐานข้อมูลให้สามารถเก็บข้อมูลที่นักกายภาพบำบัดต้องการนำไปใช้ในการพัฒนาการฝึกของผู้ป่วย เช่น อนาคตสูงสุดในการฝึกแต่ละครั้ง เป็นต้น
5. นำข้อมูลประวัติการฝึกของผู้ป่วยสร้างเป็นกราฟแสดงพัฒนาการ เพื่อให้ นักกายภาพบำบัดนำไปวิเคราะห์พัฒนาการของผู้ฝึก

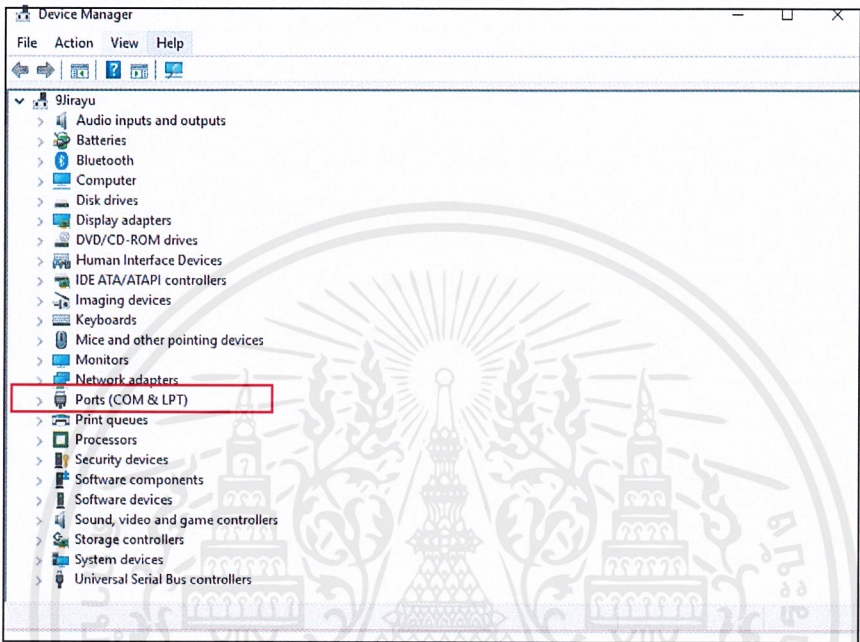
เอกสารอ้างอิง

- [1] นที เจริญตระกูลชัย, วิสันต์ ตั้งวงศ์เจริญ, วิสุทธิ์ จิตรุ่งเรือง. การศึกษาข้อมูลเชิงวิเคราะห์สำหรับการสวิงกอล์ฟโดยใช้เซ็นเซอร์ตรวจจับการเคลื่อนไหว. บทความวิจัย การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมไฟฟ้ามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่16.
- [2] พัสตร์ ผาติธรรมธร, วาริน กังพานิช.(2556). โปรแกรมการพัฒนาชุดฝึกสมรรถภาพขาบนแท็บเล็ต.สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
- [3] Peter B. AHRS/Head-tracker Tutorial. [Online] สืบค้นเมื่อ 05 มกราคม 2561 แหล่งที่มา : <https://github.com/ptrbrtz/razor-9dofahrs/wiki/Tutorial> [05 January 2018].
- [4] ขามนุษย์. (12 เมษายน 2556) ใน วิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี. สืบค้นเมื่อ 05 มกราคม 2561, [Online] แหล่งที่มา :<http://th.wikipedia.org/wiki/ขามนุษย์>
- [5] การออกกำลังกายเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขา สืบค้นเมื่อ 10 มกราคม 2561 [Online] แหล่งที่มา :<http://www.oknation.net/blog/print.php?id=689692>
- [6] SQLite สืบค้นเมื่อ 18 มกราคม 2561 แหล่งที่มา : <http://www.w3big.com/th/sqlite/sqlite-intro.html>
- [7] เข่าเสื่อม (Knee Osteoarthritis) [Online] สืบค้นเมื่อ 14 กุมภาพันธ์ 2561 แหล่งที่มา : <https://www.pobpad.com/เข่าเสื่อม>
- [8] บลูทูธโปรโตคอล.[Online] สืบค้นเมื่อ 15 กุมภาพันธ์ 2561 แหล่งที่มา : <http://www.tutorial-reports.com/wireless/bluetooth/protocolstack.php>.
- [9] ไจโรสโคป.[Online] ในวิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี สืบค้นเมื่อ 15 กุมภาพันธ์ 2561 แหล่งที่มา : <https://th.wikipedia.org/wiki/ไจโรสโคป>
- [10] Blender คือโปรแกรมอะไร. [Online] สืบค้นเมื่อ 15 กุมภาพันธ์ 2561 แหล่งที่มา: <http://candle3d.com/ไม่เข้าหมวดหมู่/blender-3d-คือโปรแกรมอะไร.html>
- [11] Unity (Game Engine). [Online] ใน วิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี. สืบค้นเมื่อ 18 กุมภาพันธ์ 2561 แหล่งที่มา : [https://en.wikipedia.org/wiki/Unity_\(game_engine\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Unity_(game_engine))
- [12] ภาษาซีชาร์ป ใน วิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี สืบค้นเมื่อ 18 กุมภาพันธ์ 2561 แหล่งที่มา : <https://th.wikipedia.org/wiki/ภาษาซีชาร์ป>

ภาคผนวก ก

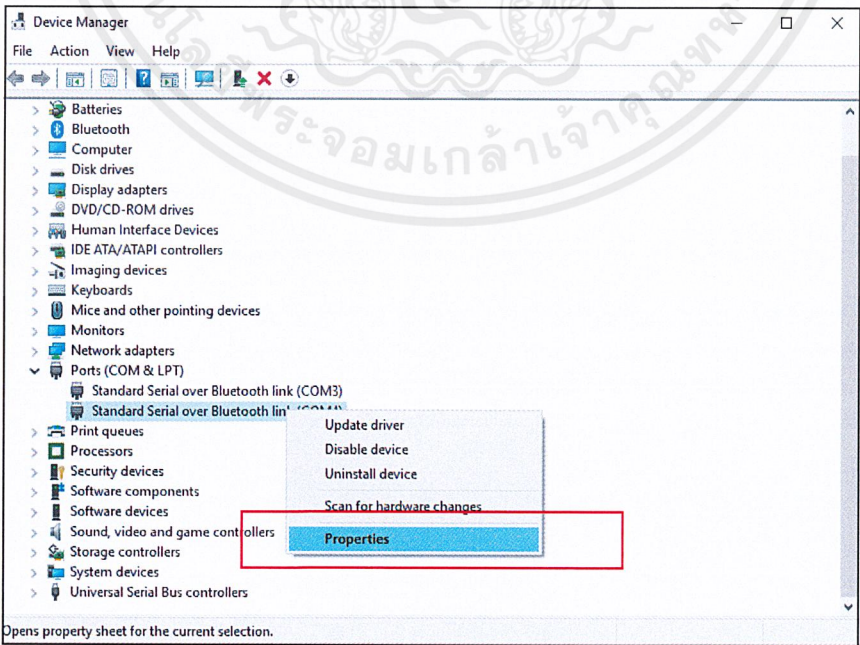
วิธีการตั้ง Serial Port

ขั้นตอนที่1 ทำการเข้าไปที่ Device Maneger และหาอุปกรณ์ประเภท Port(COM&LPT)



รูปที่ ก.1 ขั้นตอนที่1การติดตั้งSerial Port

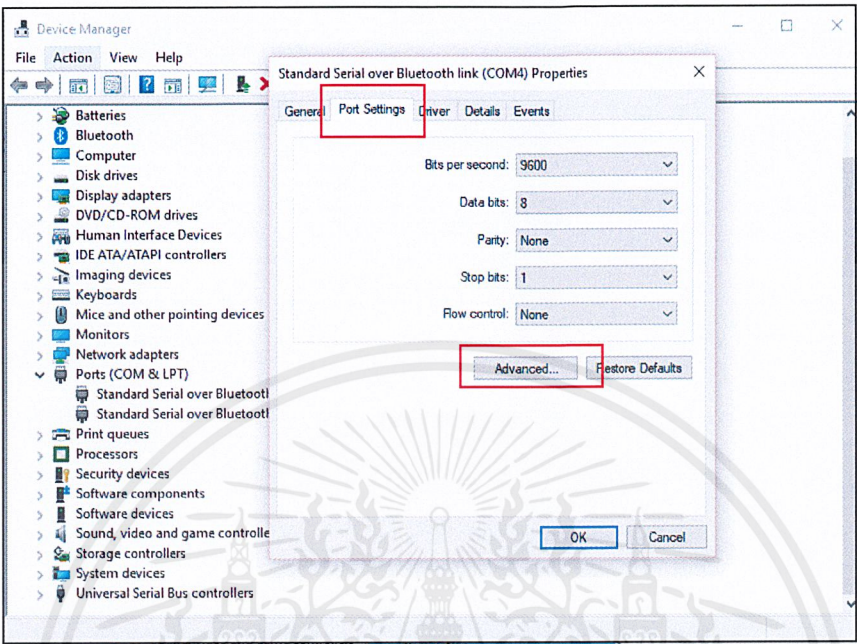
ขั้นตอนที่2 ทำการคลิกขวาที่อุปกรณ์ประเภท Port(COM&LPT) และเลือก Properties



รูปที่ ก.2 ขั้นตอนที่2การติดตั้งSerial Port

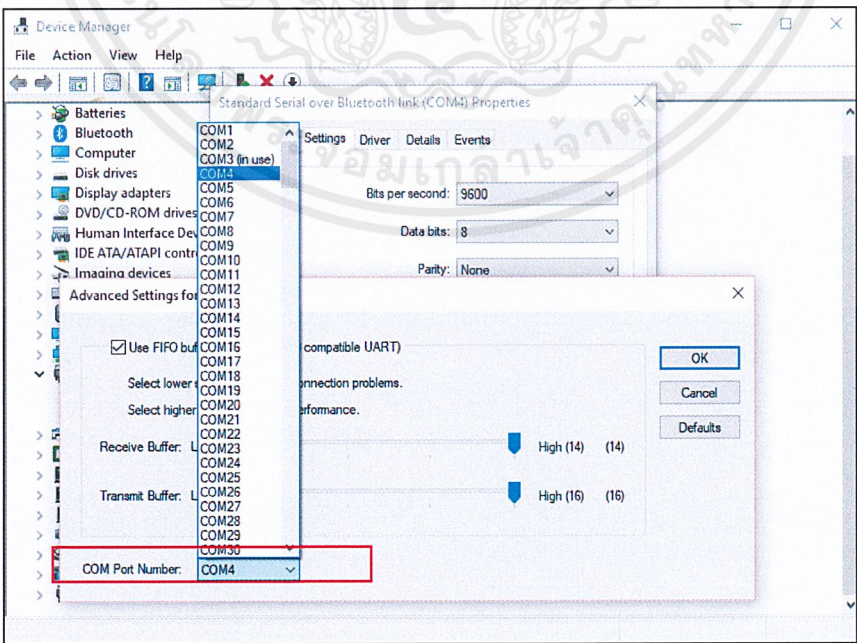
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนที่3 หลังจากคลิกขวาและกดเลือกProperties จะแสดงหน้าต่าง Standard Serial over Bluetooth line ขึ้นมา ทำการเลือกไปที่แท็บ Port Setting และกด Advance



รูปที่ ก.3 ขั้นตอนที่3การติดตั้งSerial Port

ขั้นตอนที่4 เมื่อทำการคลิกไปที่ Advanced... จะแสดงหน้าต่างออกมา และทำการเลือก Dropdown ของ COM Port Number ทำการเลือก Port ที่ต้องการ จากนั้นทำการ รีเซ็ตรหัส Bluetooth เป็นอันเสร็จสิ้น

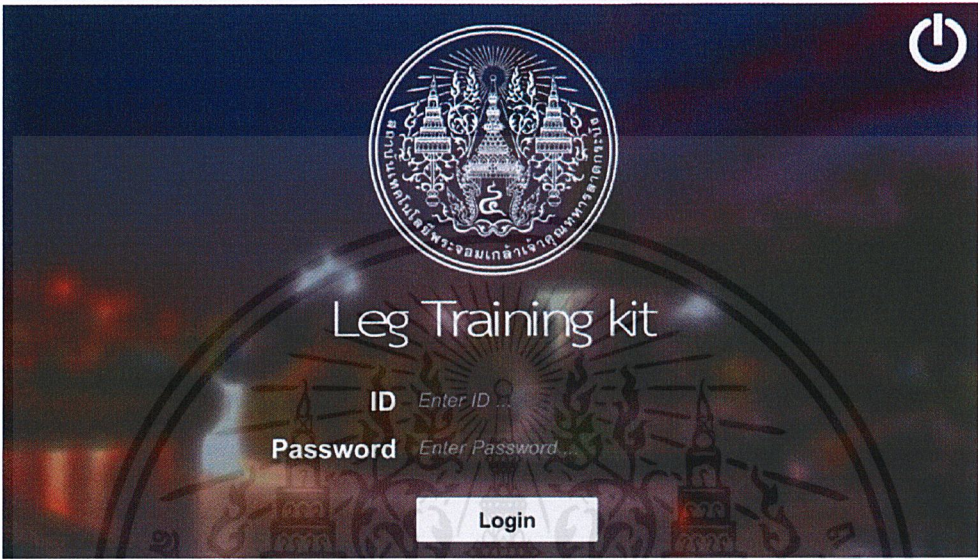


รูปที่ ก.4 ขั้นตอนที่4การติดตั้งSerial Port

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข.
คู่มือการใช้งาน

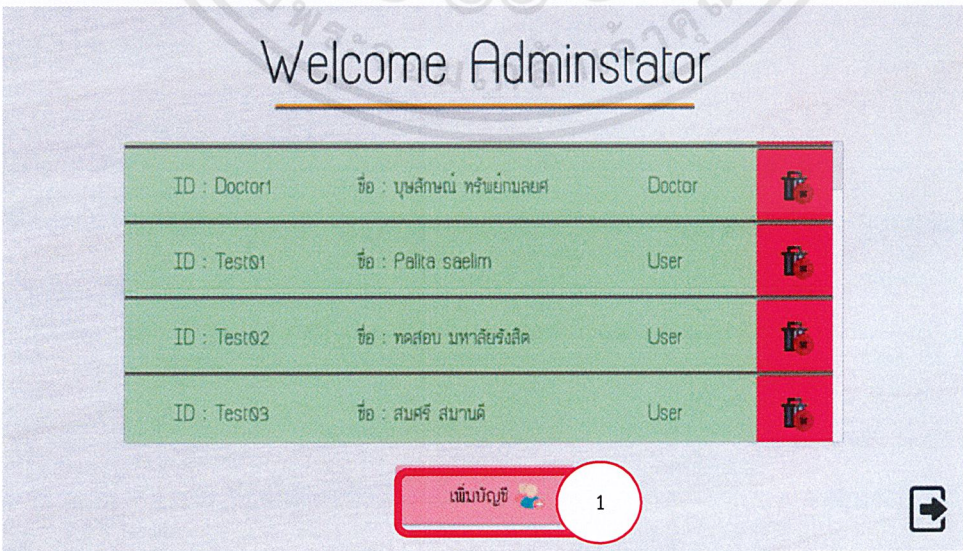
เมื่อผู้ใช้งานทำการเปิดโปรแกรม โปรแกรมจะแสดงหน้าจอเริ่มต้นของโปรแกรกดังรูปที่ ข.1



รูปที่ ข.1 หน้าจอเริ่มต้นของโปรแกรมชุดฝึกสำหรับผู้ป่วยข้อเข่าเสื่อมบนเครื่องคอมพิวเตอร์ ซึ่งภายในโปรแกรมนี้ได้แบ่งการทำงานโดยแยกตามผู้ใช้งานออกเป็น 3 ส่วน ตามกลุ่มผู้ใช้งานดังนี้

ข.1 ส่วนการทำงานของผู้ดูแลระบบ

เมื่อผู้ดูแลระบบทำการเข้าสู่ระบบเรียบร้อยแล้ว ผู้ดูแลระบบจะมีสิทธิ์ในการใช้งานในส่วนของการเพิ่มและจัดการบัญชีผู้ใช้ให้กับผู้ใช้งานอื่นๆ ดังรูป ข.2



รูปที่ ข.2 หน้าจอหลักของผู้ดูแลระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข.1.2 ส่วนหน้าจอการเพิ่มบัญชีผู้ใช้

รูปที่ ข.2 เป็นรูปที่แสดงถึงหน้าหลักของผู้ดูแลระบบ หากผู้ดูแลระบบต้องการเพิ่มบัญชีผู้ใช้ให้คลิกไปที่ปุ่มหมายเลข1 และหน้าจอจะแสดงดังรูปข.3

รูปที่ ข.3 หน้าจอแสดงหน้าต่างเพิ่มบัญชีผู้ใช้

จากรูปข.3 จะแสดงหน้าต่างเพิ่มบัญชีผู้ใช้ โดยแอดมินจะต้องเป็นกำหนดและกรอกประวัติตามจริงของนักกายภาพบำบัดและผู้ป่วย โดยจำเป็นต้องกรอกข้อมูลให้ครบตามตัวอย่างในรูปที่ข.4 และกดปุ่มหมายเลข1นั่นคือปุ่มยืนยัน

รูปที่ข.4 หน้าจอแสดงตัวอย่างการเพิ่มบัญชีผู้ใช้

ข1.3 ส่วนหน้าจอการลบบัญชีผู้ใช้

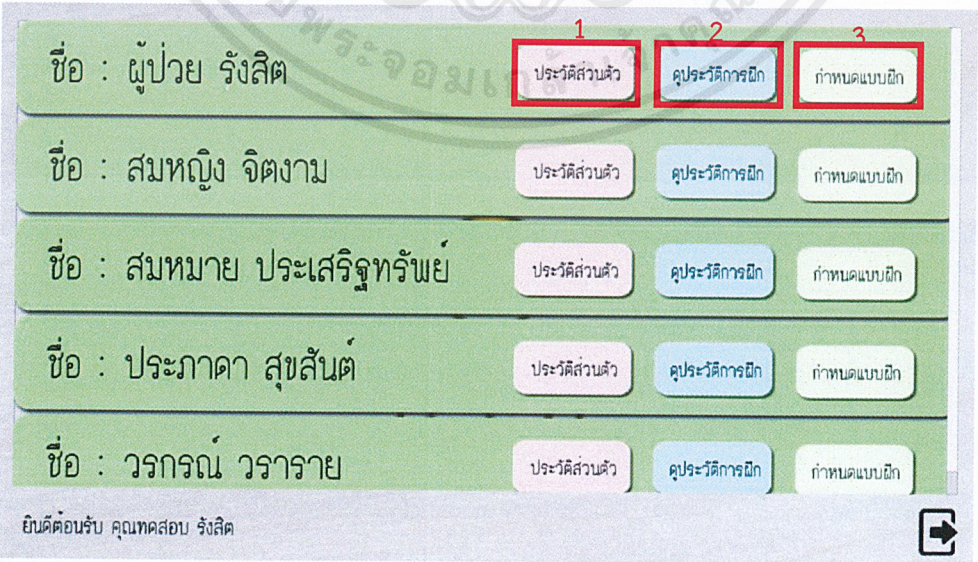
หากผู้ดูแลระบบเกิดเพิ่มข้อมูลผิดพลาดหรือต้องการลบข้อมูล โดยทำการกดที่ปุ่มหมายเลข1 ดังรูปข.5 หน้าจอจะแสดงหน้าต่างให้ผู้ดูแลระบบยืนยันเพื่อป้องกันการกดผิดพลาด หากผู้ดูแลระบบ ต้องการทำการลบให้กดปุ่มใช่ในหมายเลข2 หากไม่ต้องการให้กดปุ่มไม่ ในหมายเลข3



รูปที่ ข.5 หน้าจอแสดงการลบบัญชีผู้ใช้

ข.2 ส่วนการทำงานของนักกายภาพบำบัด

เมื่อนักกายภาพบำบัดได้รับบัญชีผู้ใช้จากผู้ดูแลระบบ นักกายภาพบำบัดทำการเข้าสู่ระบบ ตามบัญชีผู้ใช้ที่ได้รับ จะแสดงหน้าจอหลักโดยมีรายชื่อผู้ป่วยที่นักกายภาพสามารถเข้าดูประวัติ ส่วนตัว, ประวัติการฝึก และสามารถกำหนดการฝึกให้แก่ผู้ป่วยได้ ดังรูปที่ข.6



รูปที่ข.6 หน้าจอหลักนักกายภาพบำบัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข.2.1 การดูประวัติส่วนตัวของผู้ป่วย

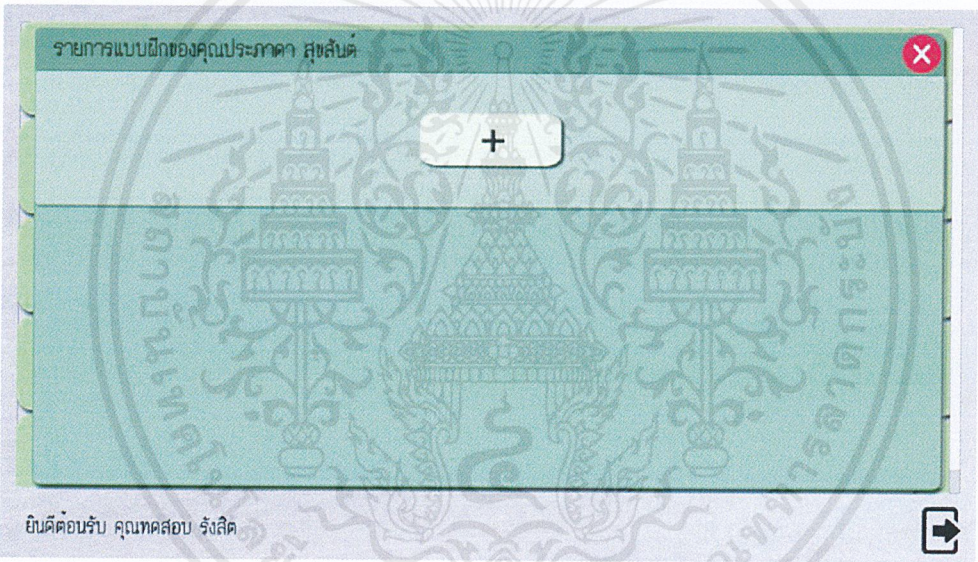
เมื่อนักกายภาพบำบัดต้องการดูประวัติส่วนตัวของผู้ป่วย โดยสามารถดูชื่อผู้ป่วยที่ต้องการดูประวัติส่วนตัวและเลือกที่ปุ่ม 'ประวัติส่วนตัว' ในหมายเลข1 ของผู้ป่วยที่ต้องการดูประวัติส่วนตัว เมื่อทำการกดปุ่มหน้าจอจะแสดงหน้าต่างประวัติผู้ป่วยออกมา

ข.2.2 การดูประวัติการฝึกของผู้ป่วย

เมื่อนักกายภาพบำบัดต้องการดูประวัติการฝึกของผู้ป่วย โดยสามารถดูชื่อผู้ป่วยที่ต้องการดูประวัติการฝึกและเลือกที่ปุ่ม 'ดูประวัติการฝึก' ในหมายเลข2 ของผู้ป่วยที่ต้องการดูประวัติการฝึก เมื่อทำการกดปุ่มหน้าจอจะแสดงหน้าต่างข้อมูลประวัติการฝึกของผู้ป่วยออกมา

ข.2.3 การกำหนดแบบฝึกแก่ผู้ป่วย

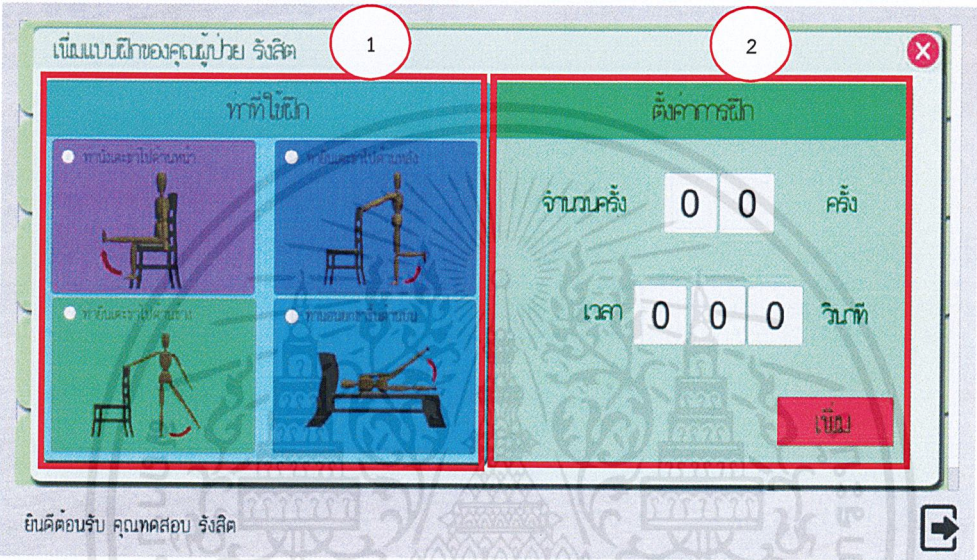
เมื่อนักกายภาพบำบัดต้องการกำหนดรายการแบบฝึกให้แก่ผู้ป่วย โดยเลือกที่ปุ่ม 'เพิ่มแบบฝึก' เมื่อทำการกดปุ่ม หน้าจอจะแสดงหน้าต่างดังรูปข.7 โดยเมื่อกดปุ่ม+ หน้าจอจะเข้าสู่การเพิ่มแบบฝึกดังรูปข.8



รูปที่ ข.7 หน้าต่างเพิ่มรายการแบบฝึก

ข.2.4 การเพิ่มแบบฝึกแก่ผู้ป่วย

จากรูปที่ข.8 หน้าจอจะแสดงข้อมูลที่นักกายภาพบำบัดจะต้องทำการกำหนดแก่ผู้ป่วย โดยหมายเลข1 คือส่วนทำการกายภาพบำบัด โดยนักกายภาพบำบัดสามารถทำการเลือกท่าที่จะให้ผู้ป่วยทำการฝึกโดยกดไปที่ช่องหน้าฝึกนั้นๆ ส่วนหมายเลข2 เป็นส่วนตั้งค่าการฝึก นักกายภาพบำบัดทำการกำหนดจำนวนครั้ง และจำนวนเวลา(วินาที) ในการฝึกให้แก่ผู้ป่วย เมื่อทำการกำหนดทุกอย่างครบถ้วน ทำการเพิ่มแบบฝึกโดยการกดปุ่ม'เพิ่ม'ในหมายเลข5 ข้อมูลกำหนดการฝึกจะถูกส่งไปที่ผู้ป่วยเพื่อให้ผู้ป่วยทำการกายภาพบำบัดต่อไป



รูปที่ ข.8 หน้าจอเพิ่มแบบฝึกกายภาพบำบัดแก่ผู้ป่วย

ข.3 ส่วนการทำงานของผู้ป่วย

เมื่อผู้ป่วยได้รับบัญชีผู้ใช้จากผู้ดูแลระบบ ผู้ป่วยทำการเข้าสู่ระบบตามบัญชีผู้ใช้ที่ได้รับ เมื่อทำการเข้าสู่ระบบเสร็จสิ้น โปรแกรมจะแสดงหน้าจอหลักโดยมีรายการที่ผู้ป่วยต้องการฝึกที่นักกายภาพบำบัดกำหนดไว้ และการทดสอบการยกขา การแก้ไขข้อมูลส่วนตัว ประวัติส่วนตัวและประวัติการฝึกของผู้ป่วย ดังรูปข.9

หมายเลข1 ก่อนผู้ป่วยจะเริ่มทำการฝึก ผู้ป่วยจำเป็นต้องทำการทดสอบการยกขาโดยคลิกไปที่ปุ่ม'ทดสอบการยกขา' ดังรูปข.8 โดยจะแสดงดังรูปข.10

หมายเลข2 เมื่อผู้ป่วยทำการทดสอบการยกขาเรียบร้อยแล้ว สามารถเข้าฝึกกายภาพบำบัดโดยกดไปที่ปุ่ม'ฝึก' ดังรูปข.8 โปรแกรมจะแสดงหน้าต่างดังรูปข.11

หมายเลข3 เมื่อผู้ป่วยต้องการแก้ไขข้อมูลส่วนตัว สามารถกดที่ปุ่ม'แก้ไขข้อมูลส่วนตัว' ดังรูปข.8 และทำการแก้ไขข้อมูลส่วนตัวและกดบันทึก ข้อมูลในประวัติส่วนตัวจะถูกเปลี่ยนตามที่ผู้ป่วยได้ใส่ไว้

หมายเลข4 เมื่อผู้ป่วยต้องการทำการดูประวัติส่วนตัวของตน สามารถกดที่ปุ่ม'ประวัติส่วนตัว'หมายเลข4 ดังรูปข.8

หมายเลข5 เมื่อผู้ป่วยต้องการทำการดูประวัติการฝึกของตน สามารถกดที่ปุ่ม 'ประวัติการฝึก' ดังรูปข.8

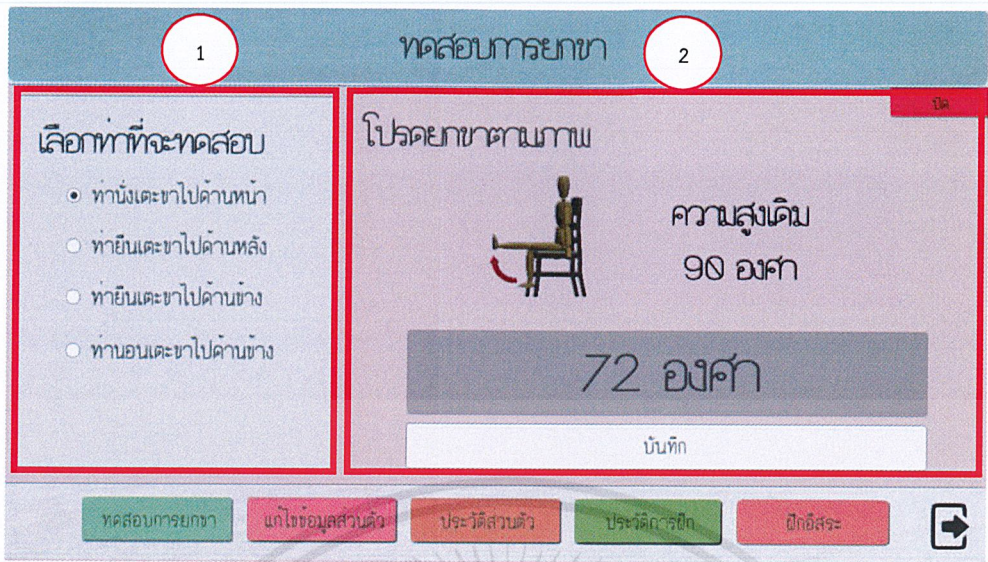
หมายเลข6 เมื่อผู้ป่วยต้องการทำการฝึกโดยสามารถกำหนดเองได้ที่ ฝึกอิสระ สามารถกดที่ปุ่ม 'ฝึกอิสระ' ดังรูปข.8

แบบฝึกหัดกายภาพบำบัดข้อเข่า			
ท่า : ทำนั่งเตาะขาไปด้านหน้า ยังไม่ได้ทำการฝึก	จำนวน 10 ครั้ง	เวลา 60 วินาที	2 ฝึก
ท่า : ทำยืนยกขาไปด้านหลัง ยังไม่ได้ทำการฝึก	จำนวน 12 ครั้ง	เวลา 80 วินาที	ฝึก
ท่า : ทำยืนยกขาไปด้านหน้า ยังไม่ได้ทำการฝึก	จำนวน 15 ครั้ง	เวลา 90 วินาที	ฝึก
ท่า : ทำนอนยกขาไปด้านหน้า			
1 ทดสอบการยกขา	3 แก้ไขข้อผิดพลาด	4 ประวัติส่วนตัว	5 ประวัติการฝึก
			6 ฝึกอิสระ

รูปที่ ข.9 หน้าจอหลักผู้ป่วย

ข.3.1 การเพิ่มแบบฝึกแก่ผู้ป่วย

หน้าจอนี้จะแสดงถึงส่วนที่ให้ผู้ป่วยเลือกท่า เพื่อทดสอบและบันทึกว่าผู้ป่วยในแต่ละคนสามารถยกขาได้ในระดับสูงสุดเท่าไรในแต่ละท่า โดยผู้ป่วยสามารถทำการทดสอบการยกขา 4 ท่า ในส่วนของหมายเลข1 คือ ทำนั่งเตาะขาไปด้านหน้า ทำยืนเตาะขาไปด้านหลัง ทำยืนเตาะขาไปด้านหน้า ทำนอนเตาะขาไปด้านหน้า หลังจากผู้ป่วยทำการทดสอบการยกขาในแต่ละท่า ผู้ป่วยจำเป็นต้องกดบันทึกในปุ่ม 'บันทึก' หมายเลข2 หลังจากผู้ป่วยกดบันทึกที่ระดับสูงสุดในการยกขาของผู้ป่วยจะถูกบันทึก



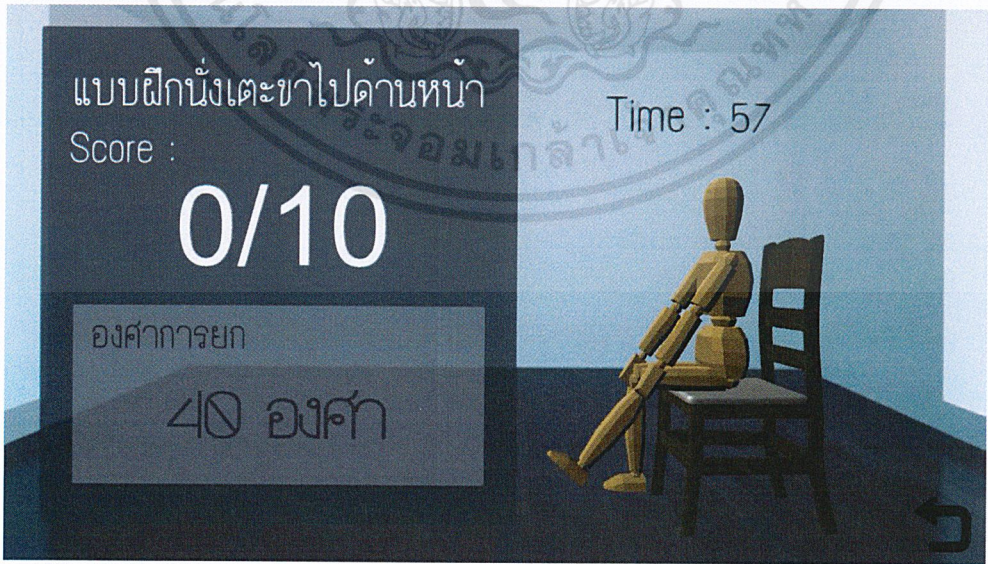
รูปที่ ข.10 หน้าจอทดสอบการยกขาสำหรับผู้ป่วย

ข.3.2 ประเภทรูปแบบการฝึก

เมื่อผู้ป่วยต้องการทำการฝึก จะแสดงรูปแบบการฝึก แบบหุ่น และ แบบเกม โดยผู้ป่วยสามารถเลือกรูปแบบที่จะทำการฝึกได้

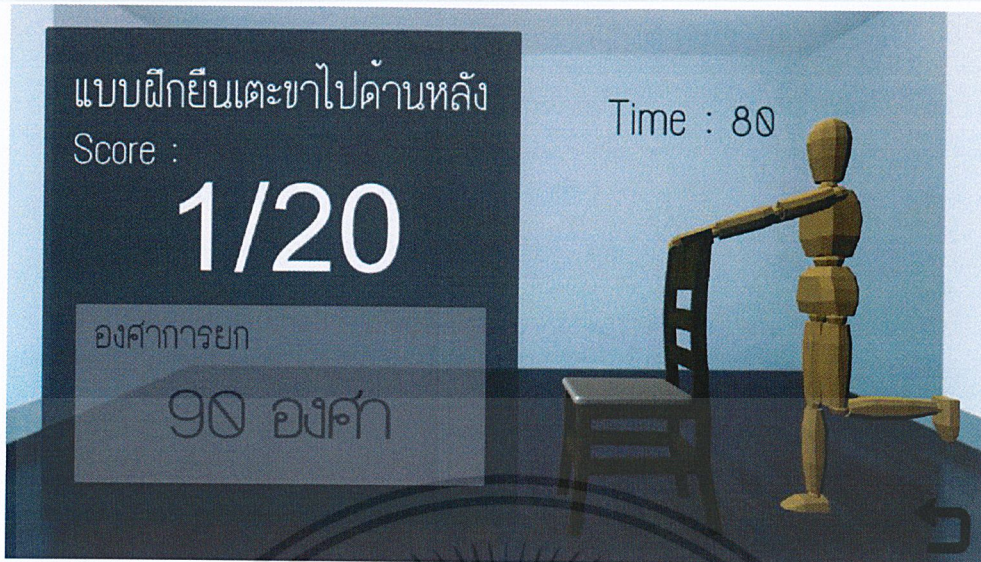
แบบฝึกหุ่นแบบหุ่น

แบบหุ่นจะเป็นหุ่นจำลอง หากผู้ป่วยทำการกายภาพบำบัดส่วนขาของหุ่นจะขยับตามการกายภาพบำบัดของผู้ป่วย โดยหุ่นจะแสดงตามท่ากายภาพบำบัดต่างๆดังรูป ข.12-15 ที่นักกายภาพบำบัดได้กำหนดให้ผู้ป่วย เมื่อผู้ป่วยทำการฝึกครบกำหนดและเสร็จภายในเวลาที่นักกายภาพได้กำหนด ข้อมูลจะถูกบันทึกลงในฐานข้อมูล

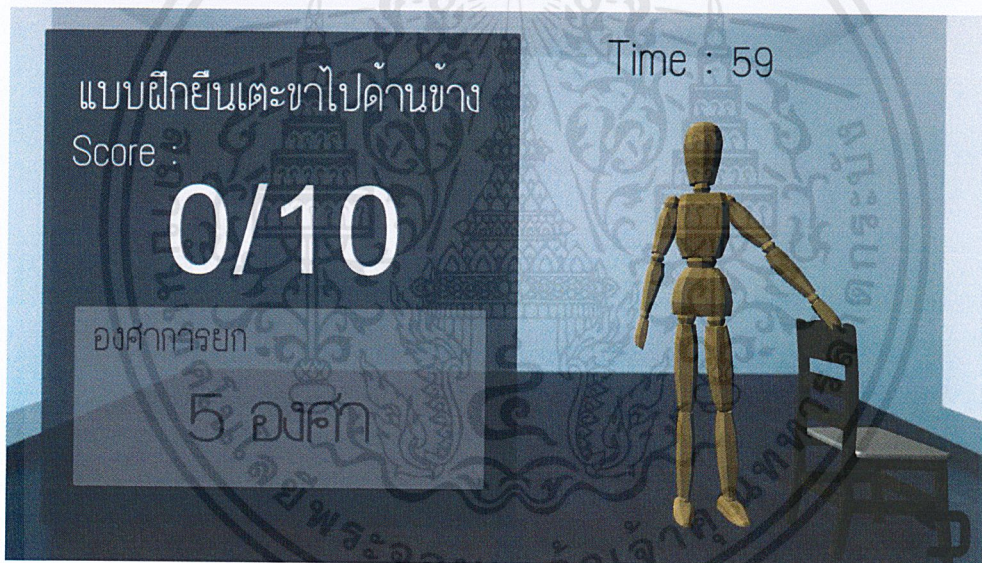


รูปที่ ข.11 หน้าการฝึกกายภาพแบบหุ่นทำนั่งเตาะขาไปด้านหน้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

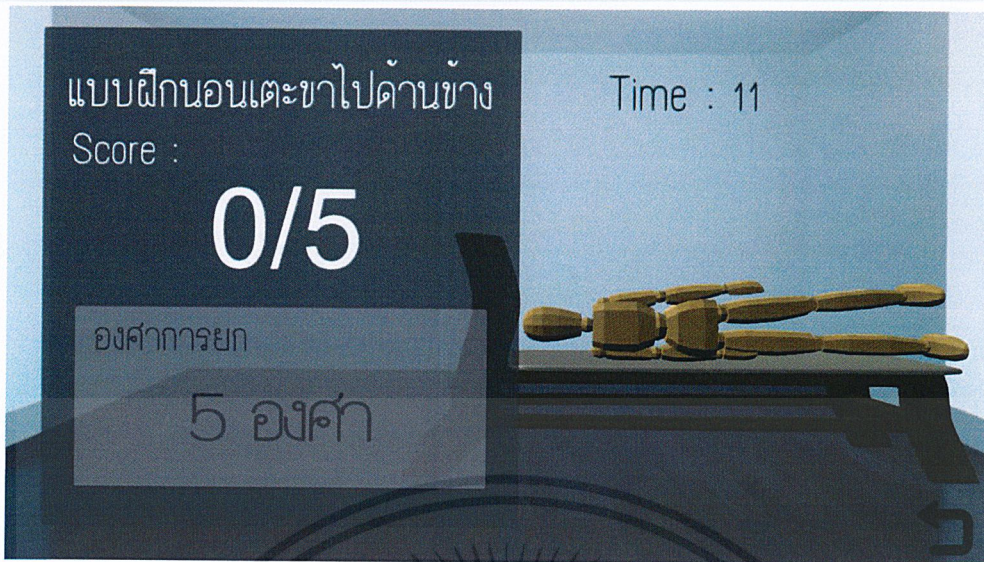


รูปที่ ข.12 หน้าการฝึกกายภาพแบบหุ่นทำยืนยกขาไปด้านหลัง



รูปที่ ข.13 หน้าการฝึกกายภาพแบบหุ่นทำยืนยกขาไปด้านข้าง

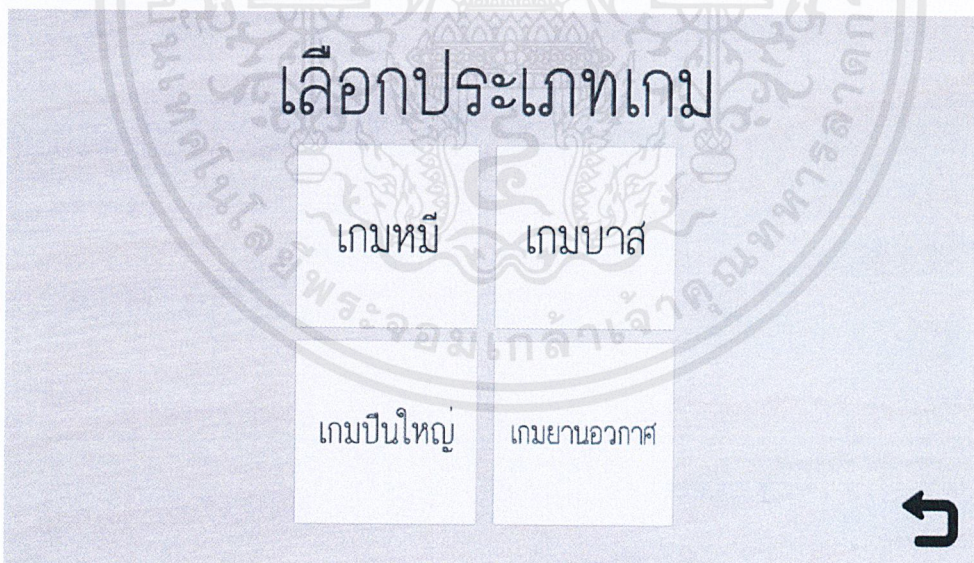
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.14 หน้าการฝึกกายภาพแบบหุ่นท่านอนยกขาไปด้านข้าง

แบบฝึกหัดรูปแบบเกม

เมื่อผู้ป่วยทำการบันทึกการทดสอบการยกขาเรียบร้อยแล้ว ผู้ป่วยทำการเลือกรูปแบบการฝึกแบบเกม จะสามารถเข้าทำการฝึกโดยจะแสดงหน้าต่างให้ผู้ป่วยเลือกแบบเกมต่างๆ ผู้ป่วยสามารถเลือกเกมที่สนใจตั้งหน้าจอที่ข.16

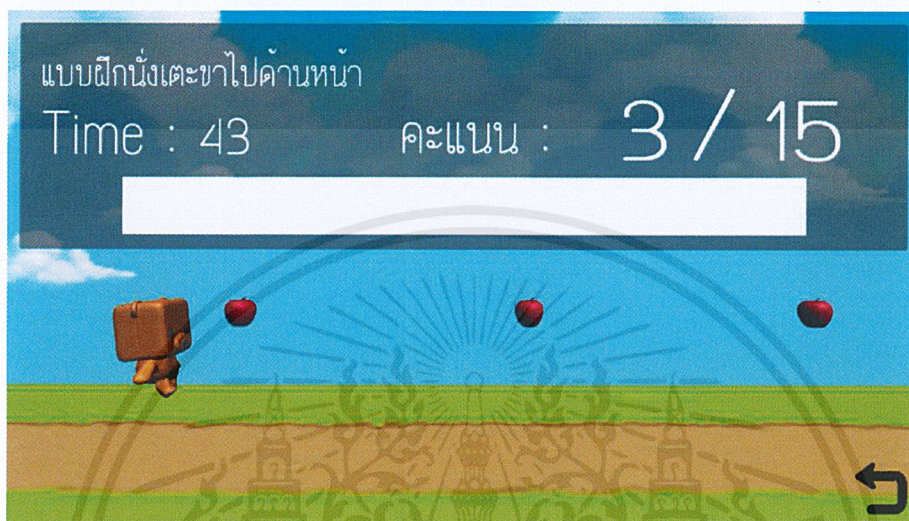


รูปที่ ข.15 หน้าจอประเภทการฝึกรูปแบบเกม

หน้าแบบฝึกหัดรูปแบบเกม โดยจะมีเกมในรูปแบบที่แตกต่างกันออกไปตามความสนใจของผู้ป่วย ผู้ป่วยสามารถเลือกเกมที่ จะทำการฝึกได้ โดยรูปแบบเกมจะแบ่งออกเป็น 4 เกม คือ เกมหมี เกมปืนใหญ่ เกมบาส และเกมยานอวกาศ โดยผู้ป่วยจะต้องทำการฝึกกายภาพบำบัดให้ครบตามที่นัก

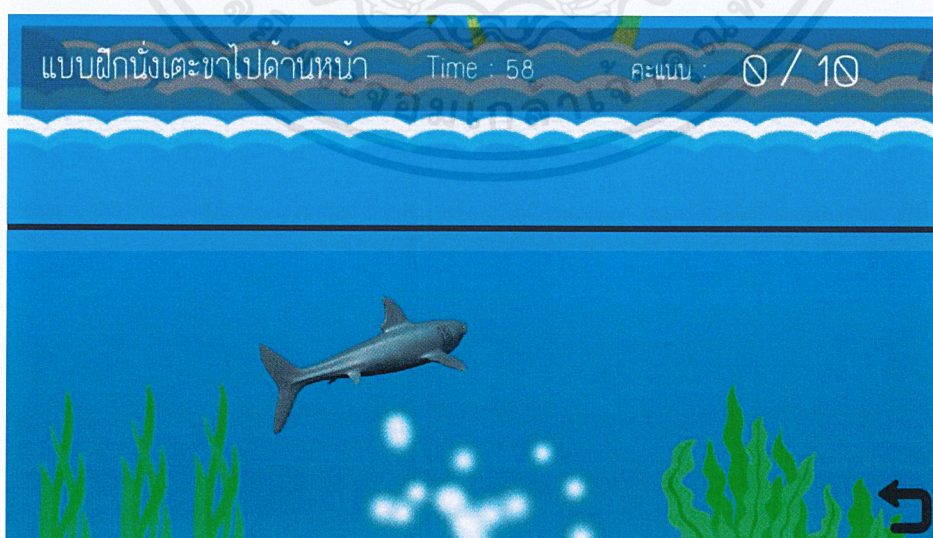
กายภาพบำบัดกำหนดไว้ ภารกิจในเกมถึงจะสำเร็จ หากผู้ป่วยฝึกไม่สำเร็จก็จะไม่ผ่าน โดยข้อมูลการฝึกจะถูกเก็บลงฐานข้อมูล

เกมหมี เป็นเกมที่ผู้ป่วยต้องขยับขาตามท่ากายภาพบำบัดที่กำหนด เพื่อทำการควบคุมหมีให้เก็บแอปเปิล หากผู้ป่วยทำการยกขาได้ถึงจุดที่ได้บันทึกในระดับสูงสุดในการยกขาไว้ตอนแรกดังรูป ข.17 หมีก็จะทำการเก็บแอปเปิลหากครบตามจำนวนที่มีการกำหนดไว้ก็จะฝึกสำเร็จ



รูปที่ ข.16 หน้าจอแบบฝึกเกมรูปแบบเกมหมี

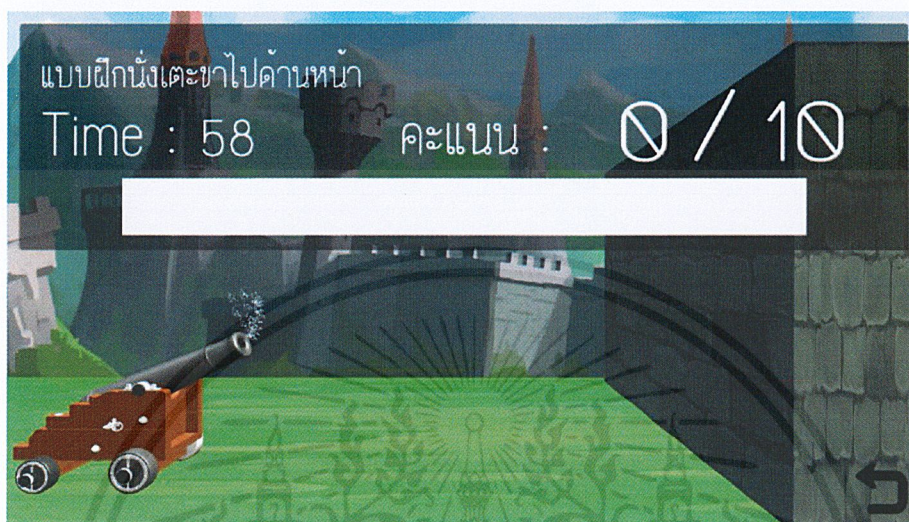
เกมฉลาม เป็นเกมที่ผู้ป่วยต้องขยับขาตามท่ากายภาพบำบัดที่กำหนด เพื่อทำการบังคับให้ฉลามทำการกระโดดเลยเส้นที่กำหนด หากผู้ป่วยทำการยกขาได้ถึงจุดที่ได้บันทึกในระดับสูงสุดในการยกขาไว้ตอนแรกดังรูป ข.18 ฉลามจะทำการว่ายขึ้นเหนือเส้น หากทำการฝึกครบจำนวนที่กำหนดก็จะฝึกสำเร็จ



รูปที่ ข.17 หน้าจอแบบฝึกเกมรูปแบบเกมฉลาม

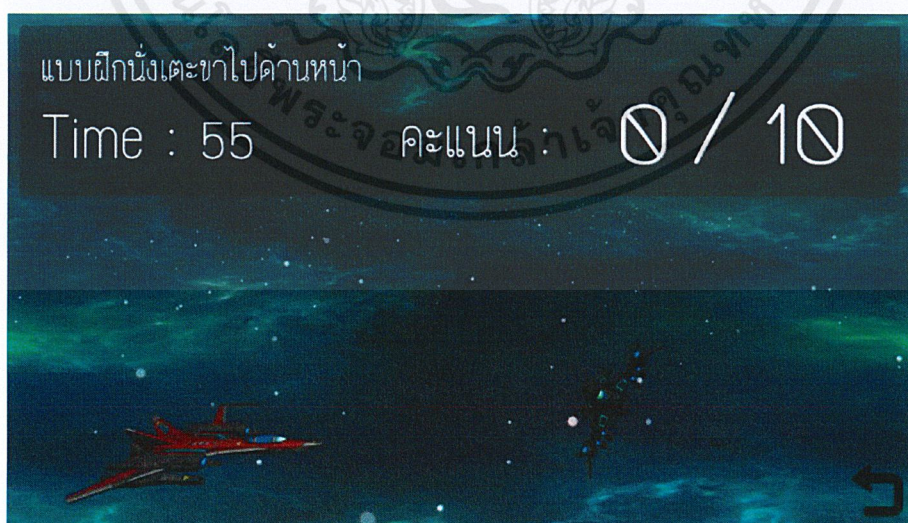
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เกมปืนใหญ่ เป็นเกมที่ผู้ป่วนต้องขยับขาตามท่ากายภาพบังคับที่กำหนด เพื่อทำการยิงปืนใหญ่ใส่กำแพง โดยผู้ป่วนจะต้องทำการยกขาค้างเพื่อให้หลอดพลังทำการชาร์ตและปล่อยลูกระเบิดออก หากผู้ป่วนทำการยกขาได้ถึงจุดที่ได้บันทึกระดับสูงสุดในการยกขาไว้ตอนแรกดังรูป ข.19 ปืนใหญ่ จะทำการยิงปืนใส่กำแพง หากทำครบกำหนดการฝึกก็จะสำเร็จ



รูปที่ ข.18 หน้าจอแบบฝึกเกมรูปแบบเกมปืนใหญ่

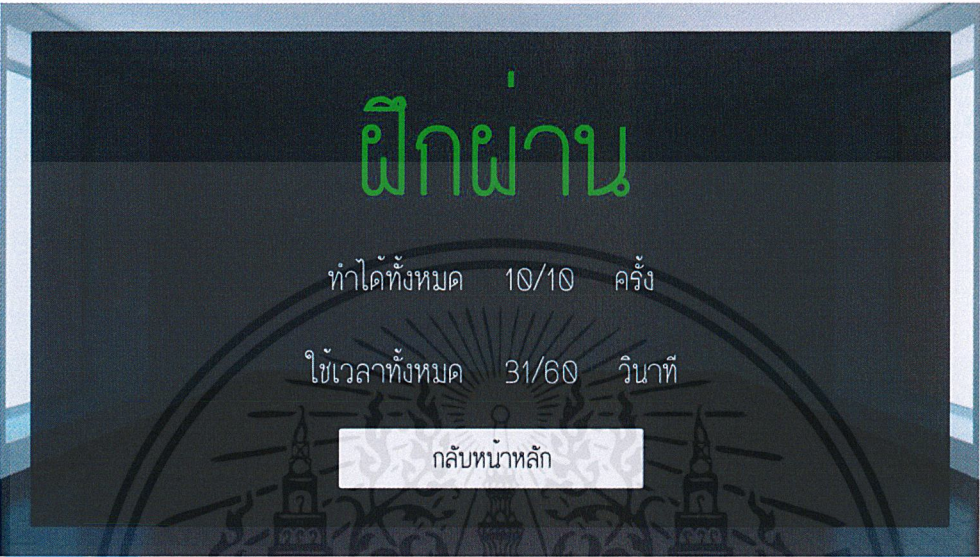
เกมจรวด เป็นเกมที่ผู้ป่วนต้องขยับขาตามท่ากายภาพบังคับที่กำหนด เพื่อทำการบังคับจรวดให้ลอดห่วงเพื่อเก็บคะแนน และหลบหลีกสิ่งกีดขวาง อาทิ ยานอวกาศ อุกาบาต หากผู้ป่วนทำการยกขาได้ถึงจุดที่ได้บันทึกระดับสูงสุดในการยกขาไว้ตอนแรกดังรูป ข.20 จรวดก็จะทำการบินขึ้นหรือบินลง เพื่อทำการหลบสิ่งกีดขวางนั้นๆ หากทำการฝึกครบจำนวนที่กำหนดก็จะฝึกสำเร็จ



รูปที่ ข.19 หน้าจอแบบฝึกเกมรูปแบบเกมจรวด

ข.3.3 หน้าจอแสดงผลการฝึก

เมื่อผู้ป่วยทำการฝึกกายภาพบำบัดเสร็จสิ้นจะแสดงหน้าต่างดังรูป ข.21 โดยจะแสดงผลการฝึกของผู้ป่วยทั้งจำนวนครั้งและจำนวนเวลาที่ใช้ โปรแกรมจะทำการบันทึกผลลงและให้นักกายภาพบำบัดทำการวิเคราะห์ต่อไป



รูปที่ ข.20 หน้าจอแสดงผลการฝึก