รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

การพัฒนาโปรแกรมวิเคราะห์การบาดเจ็บกล้ามเนื้อจากกีฬากอล์ฟเพื่อการบำบัด

The Analysis Program Development of Wounded Muscles from Golfing for Muscle Therapy

นางวรางคณา กิ้มปาน

นายวิสันต์ ตั้งวงษ์เจริญ

ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากเงินงบประมาณแผ่นดิน ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2555

คณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

การพัฒนาโปรแกรมวิเคราะห์การบาดเจ็บกล้ามเนื้อจากกีฬากอล์ฟเพื่อการบำบัด

The Analysis Program Development of Wounded Muscles from Golfing for Muscle Therapy

นางวรางคณา กิ้มปาน
นายวิสันต์ ตั้งวงษ์เจริญ

b. 1277831X
i. ....
เลขหมู่..................
เลขทะเบียน 142451
วัน.เดือน.ปี - 4 พ.ค. 2559

ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากเงินงบประมาณแผ่นดิน ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2555

คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงการ การพัฒนาโปรแกรมวิเคราะห์การบาดเจ็บกล้ามเนื้อจากกีฬากอล์ฟเพื่อการบำบัด
แหล่งเงิน งบประมาณแผ่นดิน
ประจำปีงบประมาณ 2555 จำนวนเงินที่ได้รับการสนับสนุน 593,000 บาท
ระยะเวลาทำการวิจัย 1 ปี ตั้งแต่ ตุลาคม 2554 ถึง กันยายน 2555
หัวหน้าโครงการ : นางวรางคณา กิ้มปาน ผู้ร่วมวิจัย : นายวิสันต์ ตั้งวงษ์เจริญ
หน่วยงาน : สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์
คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

บทคัดย่อ

ในปัจจุบัน กีฬาประเภทกอล์ฟ ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายทั้งชายและหญิง แต่การเล่นกีฬาประเภทนี้นับว่ามีความเสี่ยงในการเกิดอุบัติเหตุขึ้นได้ อาจทำให้เกิดอาการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อหากผู้เล่นไม่รู้จักท่วงท่าหรือวิธีการเล่นที่เหมาะสมและปลอดภัยในการเล่น กีฬากอล์ฟจึงนับว่าเป็นกีฬาที่มีความเสี่ยงสูงที่ผู้เล่นจะได้รับการบาดเจ็บเกี่ยวกับกล้ามเนื้อในหลายๆ ส่วนของร่างกาย เนื่องจากผู้เล่นแต่ละคนมีท่วงท่าหรือเทคนิคในการเล่นที่แตกต่างกัน ทำให้เกิดอาการบาดเจ็บในแต่ละส่วนของกล้ามเนื้อที่แตกต่างกัน ดังนั้นเพื่อรักษาเชิงป้องกันอาการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อที่จะเกิดขึ้น การแก้ไขท่วงท่าหรือเทคนิคในการเล่นที่ไม่เหมาะสม อันมีความเสี่ยงต่อการเกิดอาการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อในส่วนต่างๆ ของร่างกายนั้น จึงเป็นสิ่งสำคัญที่จำเป็นต้องคำนึงถึง

งานวิจัยชิ้นนี้มุ่งเน้นในการวิเคราะห์ท่วงท่าที่เหมาะสมในการเล่นกีฬากอล์ฟในผู้เล่นแต่ละบุคคล โดยการตรวจจับท่าทางการตี หรือตรวจจับการเคลื่อนไหวของกล้ามเนื้อในส่วนหลังช่วงบน และหลังช่วงล่าง จากชุดเซ็นเซอร์ Razor IMU ซึ่งจะสามารถช่วยเหลือแพทย์และพยาบาลรวมทั้งนักกายภาพบำบัดในการวินิจฉัย และวิเคราะห์วิธีการแก้ไขท่วงท่าในการเล่นกีฬากอล์ฟที่เหมาะสม ให้แก่ผู้ที่ได้รับบาดเจ็บในแต่ละบุคคลได้ อีกทั้งโปรแกรมที่สร้างขึ้นยังสามารถจัดเก็บข้อมูลที่เป็นผลที่ได้จากการกายภาพลงในฐานข้อมูล เพื่อให้ผู้ป่วยได้รับการรักษาที่ถูกต้อง ตรงกับอาการบาดเจ็บ อีกทั้งสามารถเก็บรวบรวมข้อมูลของการรักษาและสถิติ เพื่อเป็นฐานความรู้ใช้ช่วยเหลือทีมแพทย์และพยาบาลในการวินิจฉัยอาการเจ็บป่วยในอนาคตอีกด้วย

คำสำคัญ : กายภาพบำบัด อาการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อ การตรวจจับการเคลื่อนไหว กีฬากอล์ฟ เทคโนโลยีบลูทูธ Razor IMU

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Research Title: The Analysis Program Development of Wounded Muscles from Golfing for Muscle Therapy

Researchers: Mrs.Warangkhana Kimpan and Mr.Wisan Tangwongcharoen

Faculty: Science **Department:** Computer Science

King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

ABSTRACT

Recently, Golfing is one of the most popular sports as anyone at any age or sex can play. Considering its prominence, golfers have increased in numbers. Thus, the possibility or risk of golfing in the wrong movement, which causes sudden or chronic injury of low waist muscle or spine in the waist area, is high. Due to the difference in golf swing of each golf player, the injury can occur to any different muscles. Thus, to prevent the muscle pain or to adjust the golf swing patterns to a correct position of a golf player is an important issue.

This research proposed the analysis of the proper golf swing pose for each player by using the sensors call Razor IMUs to detect the swing patterns or to observe the upper and lower back muscle movements. The analysis program can help doctors, nurses, and the physiotherapists in observing and advising each patient to appropriately adjust golf swing patterns. Moreover, the program can store the physical therapy data of each patient in the database. Therefore, the patient can get the proper cure and the patient's data can also be stored for statistical and knowledge based for doctors in further uses.

Keywords : Muscle Therapy, Muscle Training, Golf Training, Biofeedback System, Bluetooth Technology, Motion Node, Razor IMU

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยชิ้นนี้ได้จัดทำขึ้น เพื่อพัฒนาโปรแกรมการวิเคราะห์อาการบาดเจ็บทางกล้ามเนื้อจากการเล่นกีฬากอล์ฟ ช่วยให้แพทย์หรือนักกายภาพบำบัดติดตามการปฏิบัติของผู้ฝึกได้สะดวกยิ่งขึ้น ซึ่งจะสำเร็จลุล่วงมิได้ หากไม่ได้รับการช่วยเหลือจากบุคคลต่อไปนี้

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ ดร.วรชาติ เฉิดชมจันทร์ คณบดีคณะกายภาพบำบัด มหาวิทยาลัยรังสิต ที่สนับสนุนข้อมูลการทำกายภาพบำบัดในการสวิงกอล์ฟ และการทดสอบกลุ่มตัวอย่างการสวิงกอล์ฟ

ขอขอบคุณนักกอล์ฟและผู้ทดสอบทุกท่าน ที่เสียสละเวลามาทำการทดสอบ โปรแกรมและเป็นต้นแบบข้อมูลการสวิงเพื่อทำการเปรียบเทียบ

ท้ายสุด งานวิจัยนี้จะสำเร็จลุล่วงมิได้ หากไม่ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง แหล่งทุนเงินงบประมาณ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2555 ซึ่งทางคณะผู้วิจัยขอแสดงความขอบคุณมา ณ ที่นี้

นางวรางคณา กิ้มปาน
นายวิสันต์ ตั้งวงษ์เจริญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VII
สารบัญภาพ	VIII
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	1
1.3 ขอบเขตของการวิจัย	2
1.4 ทฤษฎีและกรอบแนวความคิดของการวิจัย	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับและหน่วยงานที่นำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์	3
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 การสวิงกอล์ฟ	4
2.1.1 ขั้นตอนของการสวิงกอล์ฟ	4
2.1.2 การบาดเจ็บจากกีฬากอล์ฟ	10
2.2 อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง	12
2.2.1 ไจโรสโคป (Gyroscope)	12
2.2.2 แอซเซลเรโรมิเตอร์ (Accelerometer)	12
2.2.3 แมกนิโทมิเตอร์ (Magnitometer)	13
2.2.4 อุปกรณ์ตรวจจับการเคลื่อนไหว (Motion Sensor)	14
2.2.5 สัญญาณบลูทูธ (Bluetooth)	14
บทที่ 3 ขั้นตอนการออกแบบและพัฒนาชุดวิเคราะห์การสวิงกอล์ฟ	16
3.1 โครงสร้างโปรแกรมวิเคราะห์การบาดเจ็บกล้ามเนื้อจากกีฬากอล์ฟ	16
3.2 การออกแบบขั้นตอนการเก็บข้อมูล	17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.3 รูปแบบข้อมูลจากอุปกรณ์ตรวจจับการเคลื่อนไหว 19
3.4 การออกแบบโปรแกรมชุดวิเคราะห์การสวิงกอล์ฟ 19
3.4.1 การออกแบบฐานข้อมูลของชุดวิเคราะห์การสวิงกอล์ฟ 20
3.5 ขั้นตอนปฏิบัติในการเก็บบันทึกข้อมูล 22

บทที่ 4 วิธีดำเนินการและผลการวิจัย 24
4.1 ชุดอุปกรณ์ตรวจจับการเคลื่อนไหว 24
4.1.1 โปรแกรมตรวจจับการเคลื่อนไหว 24
4.1.2 อุปกรณ์สำหรับโปรแกรมตรวจจับการเคลื่อนไหว 24
4.2 การติดตั้งอุปกรณ์ 26
4.2.1 คอมพิวเตอร์ 26
4.2.2 การติดตั้งอุปกรณ์ตรวจจับการเคลื่อนไหว 26
4.3 การเก็บข้อมูล 27
4.3.1 ผู้ทดสอบ 27
4.3.2 การทดสอบ 27
4.4 ผลลัพธ์ 28

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ 36
5.1 สรุปผลการวิจัย 36
5.1.1 กลุ่มเป้าหมาย 36
5.1.2 สถานที่ดำเนินการทดสอบ 36
5.1.3 ขั้นตอนการดำเนินงาน 36
5.1.4 ผลการดำเนินงาน 36
5.2 ข้อเสนอแนะ 37

เอกสารอ้างอิง 38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

ภาคผนวก 39

ภาคผนวก ก คู่มือการใช้งานโปรแกรมชุดฝึก 40
ภาคผนวก ข ข้อมูลการสวิงกอล์ฟ 60
ภาคผนวก ค รายละเอียดคุณลักษณะของ Razor IMU 75
ภาคผนวก ง รายละเอียดคุณลักษณะของบลูทูธ 77
ภาคผนวก จ รายละเอียดคุณลักษณะของแบตเตอรี่ 79
ภาคผนวก ฉ หนังสือรับรองการใช้ประโยชน์ 80

ประวัตินักวิจัย 81

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
3.1	อุปกรณ์ตรวจจับการเคลื่อนไหว (Sensor)	21
3.2	ข้อมูลการเคลื่อนไหว (Raw data)	21
3.3	ผู้ป่วย (Patient)	22
4.1	ข้อมูลผู้ทดสอบ	27
ข.1	ข้อมูลของผู้ทดสอบที่ตำแหน่งหลังส่วนบน	60
ข.2	ข้อมูลของผู้ทดสอบที่ตำแหน่งหลังส่วนล่าง	67

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2.1	วิธีการยืนสวิงกอล์ฟ	5
2.2	วิธีการลากไม้กอล์ฟ	6
2.3	ตำแหน่งครึ่งวงสวิง	6
2.4	ตำแหน่งสูงสุดของวงสวิง	7
2.5	การเริ่มเข้าตีลูก	8
2.6	ตำแหน่งการตีลูกกอล์ฟ	8
2.7	วิธีการถ่ายพลัง	9
2.8	ท่าจบวงสวิงกอล์ฟ	10
2.9	หลักการทำงานของไจโรสโคป (Gyroscope)	12
2.10	อุปกรณ์แอซเซลเรโรมิเตอร์ (Accelerometer)	13
2.11	แมกนิโทมิเตอร์ (Magnitometer)	13
2.12	อุปกรณ์ตรวจจับการเคลื่อนไหว รุ่น 9 Degrees of Freedom - Razor IMU	14
2.13	ตัวส่งสัญญาณบลูทูธ รุ่นบลูทูธเมทโกล (Bluetooth Mate Gold)	15
2.14	แบตเตอรี่ รุ่นพอลิเมอร์ลิเทียมไอออน (Polymer Lithium Ion Battery)	15
3.1	โครงสร้างของโปรแกรมวิเคราะห์การบาดเจ็บกล้ามเนื้อจากกีฬากอล์ฟ	16
3.2	ขั้นตอนการสวิงกอล์ฟ 8 ขั้นตอน	18
3.3	ข้อมูลจากอุปกรณ์ตรวจจับการเคลื่อนไหว	19
3.4	แผนภาพอีอาร์ของโปรแกรมชุดวิเคราะห์การสวิงกอล์ฟ	20
3.5	ขั้นตอนการเก็บข้อมูลการสวิงกอล์ฟ	23
4.1	เสื้อกั๊ก	24
4.2	กล่องใส่เซ็นเซอร์และเซ็นเซอร์	25
4.3	เสื้อกระชับเซ็นเซอร์	25
4.4	การเชื่อมต่อวงจรทั้งสามส่วน	26
4.5	การเชื่อมต่อเซ็นเซอร์กับคอมพิวเตอร์	26
4.6	ผู้ทดสอบขณะทำการสวิงกอล์ฟ	28
4.7	กราฟแสดงข้อมูล roll จากอุปกรณ์ตรวจจับการเคลื่อนไหวที่หลังส่วนบน	29
4.8	กราฟแสดงข้อมูล pitch จากอุปกรณ์ตรวจจับการเคลื่อนไหวที่หลังส่วนบน	29
4.9	กราฟแสดงข้อมูล yaw จากอุปกรณ์ตรวจจับการเคลื่อนไหวที่หลังส่วนบน	30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
4.10	กราฟแสดงข้อมูลความเร่งในแนวแกน x จากอุปกรณ์ตรวจจับการเคลื่อนไหวที่หลังส่วนบน	30
4.11	กราฟแสดงข้อมูลความเร่งในแนวแกน y จากอุปกรณ์ตรวจจับการเคลื่อนไหวที่หลังส่วนบน	31
4.12	กราฟแสดงข้อมูลความเร่งในแนวแกน z จากอุปกรณ์ตรวจจับการเคลื่อนไหวที่หลังส่วนบน	31
4.13	กราฟแสดงข้อมูล roll จากอุปกรณ์ตรวจจับการเคลื่อนไหวที่หลังส่วนล่าง	32
4.14	กราฟแสดงข้อมูล pitch จากอุปกรณ์ตรวจจับการเคลื่อนไหวที่หลังส่วนล่าง	32
4.15	กราฟแสดงข้อมูล yaw จากอุปกรณ์ตรวจจับการเคลื่อนไหวที่หลังส่วนล่าง	33
4.16	กราฟแสดงข้อมูลความเร่งในแนวแกน x จากอุปกรณ์ตรวจจับการเคลื่อนไหวที่หลังส่วนล่าง	33
4.17	กราฟแสดงข้อมูลความเร่งในแนวแกน y จากอุปกรณ์ตรวจจับการเคลื่อนไหวที่หลังส่วนล่าง	34
4.18	กราฟแสดงข้อมูลความเร่งในแนวแกน z จากอุปกรณ์ตรวจจับการเคลื่อนไหวที่หลังส่วนล่าง	34
ก.1	หน้าจอเพื่อเข้าสู่ระบบ	40
ก.2	หน้าจอเพื่อเลือกรูปแบบการใช้งาน	41
ก.3	หน้าจอเพื่อเพิ่มความรู้ให้แก่ระบบ	42
ก.4	หน้าจอใส่ชื่อหมวดหมู่	42
ก.5	หน้าจอหมวดหมู่ที่เพิ่มเข้าสู่ระบบ	43
ก.6	หน้าจอการนำข้อมูลความรู้ไปใช้	44
ก.7	หน้าจอการแจ้งเตือนกรณีเชื่อมต่ออุปกรณ์ไม่ครบ	44
ก.8	หน้าจอใส่รายละเอียดการเพิ่มความรู้	45
ก.9	หน้าจอข้อความแจ้งการเพิ่มความรู้	45
ก.10	หน้าจอแสดงผลลัพธ์การบันทึกข้อมูล	46
ก.11	หน้าจอแสดงกราฟการเคลื่อนไหวที่กล้ามเนื้อหลังส่วนบน	46
ก.12	หน้าจอแสดงกราฟการเคลื่อนไหวที่กล้ามเนื้อหลังส่วนล่าง	47
ก.13	หน้าจอการแจ้งเตือนการสร้างความรู้	47
ก.14	หน้าจอแจ้งการสร้างความรู้เรียบร้อยแล้ว	47
ก.15	หน้าจอผลลัพธ์การสร้างความรู้	48
ก.16	หน้าจอแสดงกราฟเฉลี่ยการเคลื่อนไหวที่กล้ามเนื้อหลังส่วนบน	48
ก.17	หน้าจอแสดงกราฟเฉลี่ยการเคลื่อนไหวที่กล้ามเนื้อหลังส่วนล่าง	49
ก.18	หน้าจอการแจ้งเตือนการลบข้อมูล	49
ก.19	หน้าจอแจ้งเตือนการลบข้อมูลเรียบร้อยแล้ว	49

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
ก.20 หน้าจอการลบข้อมูลทั้งหมวดหมู่	50
ก.21 หน้าจอผลลัพธ์การลบข้อมูลหมวดหมู่การวิเคราะห์	51
ก.22 หน้าจอเลือกผู้ป่วย	52
ก.23 หน้าจอเพิ่มผู้ป่วย	52
ก.24 หน้าจอการแจ้งเตือนการเพิ่มข้อมูล	53
ก.25 หน้าจอการเลือกผู้ป่วย	53
ก.26 หน้าจอแสดงการวิเคราะห์	54
ก.27 หน้าจอแสดงการเลือกหมวดหมู่-กลุ่มอาการที่วิเคราะห์	55
ก.28 หน้าจอแสดงการวิเคราะห์อาการบาดเจ็บ	56
ก.29 หน้าจอแสดงประวัติการวิเคราะห์	57
ก.30 หน้าจอแสดงการแก้ไขข้อมูลผู้ป่วย	58
ก.31 หน้าจอการแจ้งเตือนการแก้ไขข้อมูล	58
ก.32 หน้าจอแจ้งเตือนการแก้ไขข้อมูลเรียบร้อยแล้ว	58
ก.33 หน้าจอแสดงรายละเอียดย่อยของการวิเคราะห์	59

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันกีฬาประเภทกอล์ฟ ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายทั้งชายและหญิง แต่การเล่นกีฬาประเภทนี้นับว่ามีความเสี่ยงในการเกิดอุบัติเหตุขึ้นได้ อาจทำให้เกิดอาการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อหากผู้เล่นไม่รู้จักท่วงท่าหรือวิธีการเล่นที่เหมาะสมและปลอดภัยในการเล่น กีฬากอล์ฟจึงนับว่าเป็นกีฬาที่มีความเสี่ยงสูงที่ผู้เล่นจะได้รับบาดเจ็บเกี่ยวกับกล้ามเนื้อในหลายๆ ส่วนของร่างกาย

เนื่องจากผู้เล่นแต่ละรายมีท่วงท่าหรือเทคนิคในการเล่นที่แตกต่างกัน ทำให้เกิดอาการบาดเจ็บในแต่ละส่วนของกล้ามเนื้อที่แตกต่างกัน ดังนั้นเพื่อรักษาเชิงป้องกันอาการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อที่จะเกิดขึ้น การแก้ไขท่วงท่าหรือเทคนิคในการเล่นที่ไม่เหมาะสม อันมีความเสี่ยงต่อการเกิดอาการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อในส่วนต่างๆ ของร่างกายนั้น จึงเป็นสิ่งสำคัญที่จำเป็นต้องคำนึงถึง ซึ่งงานวิจัยชิ้นนี้มุ่งเน้นในการวิเคราะห์ท่วงท่าที่เหมาะสมในการเล่นกีฬากอล์ฟในผู้เล่นแต่ละบุคคล โดยการตรวจจับท่าทางการตี หรือตรวจจับอาการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อในส่วนต่างๆ ของร่างกาย ซึ่งจะสามารถช่วยเหลือแพทย์และพยาบาลรวมทั้งนักกายภาพบำบัดในการวินิจฉัย และวิเคราะห์วิธีการแก้ไขท่วงท่าในการเล่นกีฬากอล์ฟที่เหมาะสม ให้แก่ผู้ที่ได้รับบาดเจ็บในแต่ละบุคคลได้ อีกทั้งโปรแกรมที่สร้างขึ้นยังสามารถจัดเก็บข้อมูลที่เป็นผลที่ได้จากการกายภาพลงในฐานข้อมูล เพื่อให้ผู้ป่วยได้รับการรักษาที่ถูกต้อง ตรงกับอาการบาดเจ็บและเพื่อให้เกิดประโยชน์ในการช่วยเหลือทีมแพทย์และพยาบาลในการวินิจฉัยอาการเจ็บป่วยในอนาคตอีกด้วย

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1) พัฒนาอุปกรณ์การตรวจจับการทำงานของกล้ามเนื้อที่ใช้ในการเล่นกีฬากอล์ฟ
2) พัฒนาโปรแกรมวิเคราะห์การบาดเจ็บของกล้ามเนื้อของผู้เล่นกีฬากอล์ฟ
3) พัฒนาระบบฐานข้อมูล การบำบัดผู้ป่วยที่กล้ามเนื้อบาดเจ็บจากกีฬากอล์ฟ
4) ออกแบบและพัฒนาฐานข้อมูล ประวัติการรักษาของผู้ป่วย
5) เพื่อให้แพทย์สามารถประเมินผลและวิเคราะห์การกายภาพบำบัดของผู้ป่วยจากข้อมูลที่จัดเก็บไว้เพื่อนำไปวิเคราะห์ใช้ในการรักษาได้รวดเร็วมากขึ้น
6) สามารถนำไปใช้อ้างอิงและประยุกต์ใช้งานในการพัฒนาชุดอุปกรณ์และโปรแกรมที่นำไปใช้ในด้านกายภาพบำบัดต่อไปในอนาคต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1) พัฒนาอุปกรณ์ชุดฝึกโดยใช้เทคโนโลยีบลูทูธ (Bluetooth) และ Motion Node เพื่อความสะดวกในการใช้และเคลื่อนย้ายอุปกรณ์ชุดฝึก โดยชุดอุปกรณ์จะติดอยู่กับตัวของผู้ฝึกในบริเวณกล้ามเนื้อที่ทำการฝึกเช่น กล้ามเนื้อท่อนแขนหรือส่วนหลัง เมื่อผู้ฝึกทำการขยับกล้ามเนื้อในส่วนที่ทำการฝึก อุปกรณ์จะส่งค่าตำแหน่ง และทิศทาง แล้วทำการส่งข้อมูลแบบสัญญาณไร้สายโดยใช้บลูทูธ ไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีตัวรับสัญญาณบลูทูธที่ได้ติดตั้งโปรแกรมฝึกไว้แล้ว
2) พัฒนาโปรแกรมฝึกการควบคุมการทำงานของกล้ามเนื้อ โดยรับข้อมูลจากชุดอุปกรณ์ด้วยสัญญาณบลูทูธแล้วนำมาประมวลผลโดยแสดงผลออกมาเป็นภาพในทันที เพื่อให้ผู้ฝึกได้ทราบผลการขยับกล้ามเนื้อในขณะนั้น เมื่อผู้ฝึกทำการฝึกในแต่ละชุดการทดสอบเรียบร้อยแล้วโปรแกรมจะปรากฏผลการฝึกให้ทราบพร้อมทั้งเก็บเป็นประวัติการฝึกของบุคคลนั้นๆ
3) ศึกษาและวิเคราะห์การออกแบบโปรแกรมในลักษณะที่ซับซ้อน ด้วยทฤษฎีเชิงวัตถุ (Object- Oriented Concept)
4) ออกแบบและพัฒนาโปรแกรมด้วย UML (Unified Modeling Language) ตามทฤษฎีเชิงวัตถุ (Object-Oriented Concept) และออกแบบเพื่อรองรับกับสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลง (Dynamic Parameter) เพื่อความยืดหยุ่นในการปรับแต่งโปรแกรม
5) พัฒนาระบบฐานข้อมูลการบำบัดผู้ป่วยที่บาดเจ็บกล้ามเนื้อ ตามแนวทางการบำบัดของแพทย์หรือนักกายภาพบำบัด
6) ออกแบบและพัฒนาระบบฐานข้อมูลผู้ป่วย โดยจะทำการเก็บข้อมูลบุคคลของผู้ฝึกหรือผู้ป่วยรวมทั้งประวัติการฝึกในแต่ละครั้ง เพื่อให้ทีมแพทย์หรือนักกายภาพบำบัดสะดวกในการวิเคราะห์และแก้ปัญหาให้กับผู้ฝึกหรือผู้ป่วย และนำไปวิเคราะห์การพัฒนาในครั้งต่อไปได้

1.4 ทฤษฎีและกรอบแนวความคิดของการวิจัย

1) ศึกษาและวิเคราะห์การบาดเจ็บของกล้ามเนื้อที่เกิดจากการเล่นกีฬากอล์ฟ
2) ศึกษาและวิเคราะห์กระบวนการการรักษาทางกายภาพบำบัดสำหรับผู้ป่วยที่บาดเจ็บกล้ามเนื้อจากการเล่นกีฬากอล์ฟ
3) ศึกษาและวิเคราะห์การพัฒนาชุดอุปกรณ์โดยใช้เทคโนโลยีบลูทูธ และ Motion Node
4) จัดเก็บรวบรวมข้อมูลผู้ป่วยและอุปกรณ์ชุดฝึกที่เกี่ยวข้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5) ออกแบบขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม โดยใช้หลักการ UML (Unified Modeling Language)
6) ออกแบบฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ (Relational Database) สำหรับผู้ป่วยในการบำบัดกล้ามเนื้อ
7) พัฒนาโปรแกรมโดยการใช้โอเพนซอร์ส

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับและหน่วยงานที่นำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์

1) สามารถวิเคราะห์อาการบาดเจ็บกล้ามเนื้อจากการเล่นกีฬาประเภทกอล์ฟ เพื่อนำไปสู่การป้องกันต่อไป
2) สามารถพัฒนาฐานข้อมูลผู้ฝึก และจัดเก็บเป็นสถิติในการรักษา เพื่อใช้ช่วยเหลือทีมแพทย์ในการจัดเก็บข้อมูลที่เกี่ยวกับการฝึก
3) ข้อมูลที่จัดเก็บ รวมทั้งสถิติการรักษาผู้ป่วย จะเป็นองค์ความรู้ที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในเรื่องของการวิเคราะห์ข้อมูลการรักษาในอนาคตได้
4) เพื่อให้ทีมแพทย์สามารถประเมินผลการกายภาพบำบัดของผู้ป่วย นำไปวิเคราะห์ใช้ในการรักษาได้รวดเร็วมากขึ้น
5) ก่อให้เกิดแนวคิดและทิศทางของการพึ่งพาศักยภาพของตนเองสำหรับงานการรักษากายภาพบำบัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การสวิงกอล์ฟ

การสวิงกอล์ฟ คือ ท่าทางการยืน การตีลูกกอล์ฟจนสิ้นสุดการตีกอล์ฟ เป็นพื้นฐานที่ผู้เล่นกอล์ฟควรต้องฝึกฝน การที่เล่นกอล์ฟให้ดีได้นั้น ผู้เล่นจำเป็นต้องศึกษาและวิเคราะห์วงสวิงให้ถูกต้องตามทฤษฎีพื้นฐานกอล์ฟ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการตี ส่งผลให้ผู้เล่นมีพัฒนาการสูงสุด และลดอาการบาดเจ็บที่เกิดจากการยืนที่ผิดรูปแบบ โดยขั้นตอนการสวิงกอล์ฟมีดังนี้

2.1.1 ขั้นตอนของการสวิงกอล์ฟ

เป็นลำดับของการเคลื่อนไหวที่เกิดขึ้นในท่าทางต่างๆขณะสวิงกอล์ฟ โดยจะแบ่งเป็น 8 ขั้นตอนด้วยกันดังนี้ [1]

2.1.1.1 ท่าการยืนและการจรดไม้ (Setup)

ท่าการยืนในการตีกอล์ฟมีความสำคัญมาก เป็นพื้นฐานที่นักกอล์ฟควรทำให้ถูกต้องเพราะจะมีผลต่อการสวิงของผู้เล่น ท่ายืนที่ดีจะทำให้ควบคุมแกนและถ่ายน้ำหนักได้ดีส่งผลถึงประสิทธิภาพของวงสวิง เริ่มจากจุดล่างสุดของร่างกายก่อน เท้าควรยืนห่างกันประมาณความกว้างของหัวไหล่ (ตีด้วยเหล็กกลาง) ไม่แคบหรือกว้างเกินไปและแนวของเท้าทั้งสองควรจะขนานกับแนวของเป้าหมาย แนวของการวางเท้าจะมีด้วยกัน 3 ลักษณะ คือ

1) ยืนเป็นแนวตรง (Square) : แนวของเท้าทั้งสองจะขนานกับแนวของเป้าหมาย

2) ยืนปิด (Closed) : เท้าซ้ายจะอยู่สูงกว่าเท้าขวา แนวของเท้าทั้งสองจะชี้ไปทางขวาของเป้าหมายส่งผลให้วิถีของลูกจะพุ่งจากขวาไปซ้าย

3) ยืนเปิด (Open) : เท้าซ้ายจะอยู่ต่ำกว่าเท้าขวา แนวขอบเท้าทั้งสองจะชี้ไปทางซ้ายของเป้าหมายส่งผลให้วิถีของลูกจะพุ่งจากซ้ายไปขวา

ดังนั้นควรยืนให้เป็นแนวตรงกับเป้าหมาย เพราะจะทำให้วิถีของลูกพุ่งตรงเข้าสู่เป้าหมายได้ง่าย เคล็ดลับของท่ายืนนี้คือ ปลายของเท้าซ้ายควรทำมุมเปิดประมาณ 30 องศา เพื่อทำให้เวลาที่หน้าไม้ปะทะกับลูก (Impact) จะได้ยันและรักษาการทรงตัวของร่างกายได้ดี ส่วนปลายเท้าขวาเปิดเพียง 10 องศา เพราะถ้าเปิดมากจนเกินไปจะทำให้ลำตัวโยกได้ง่ายเวลาทำ Back Swing น้ำหนักของการยืนควรให้น้ำหนักการยืนค่อนไปอยู่ที่ส้นเท้าตลอดสวิงเพราะจะทำให้ควบคุมการทรงตัวของร่างกายได้ดี มั่นคง สามารถยืนจบในท่าจบได้อย่างสมดุล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่หัวเข่าเป็นจุดพับจุดหนึ่งของร่างกาย สำหรับท่ายืนในการตีกอล์ฟจุดพับที่หัวเข่า หรือการงอเข่าจะเป็นลักษณะคล้ายๆ กับการย่อเข่าลงจะนั่งเก้าอี้แต่ไม่มากนัก และโน้มลำตัวมาด้านหน้าเล็กน้อย ควรหนีบเข้าหากันเล็กน้อย เข่าทั้งสองข้างไม่ควรกางออก การหนีบเข้าหากันเล็กน้อยทำให้น้ำหนักของการยืนจะอยู่ที่ข้างเท้าด้านในของเท้าทั้งสองข้าง การยืนจะมั่นคงไม่โอนเอียงเวลา Back Swing จนถึงตำแหน่ง Top Swing น้ำหนักยังอยู่ที่ข้างเท้าด้านในของเท้าขวาตลอดเวลา และเข่าขวาก็จะถูกยึดไว้ทำให้สวิงมีความมั่นคงสูงตามไปด้วย มุมของการงอเข่าจะคงที่ตลอดเวลา เริ่มตั้งแต่การเริ่ม Back Swing จนถึงการ Impact

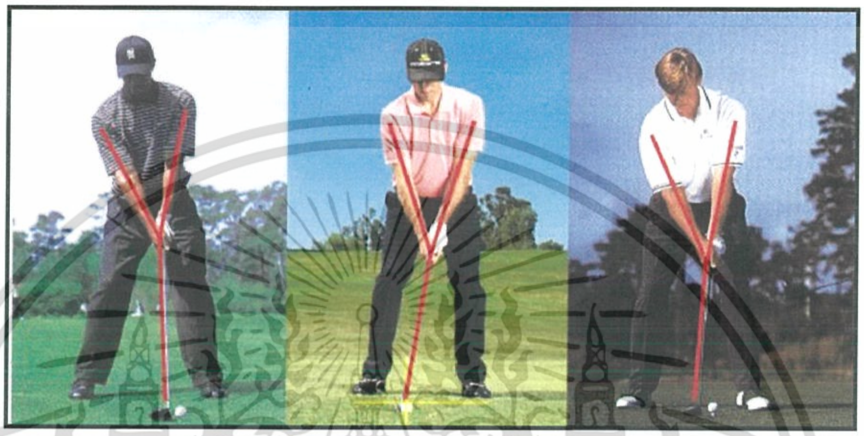
ท่าการยืนตีกอล์ฟมีจุดพับอีกจุดหนึ่งคือที่ลำตัว บริเวณรอยต่อระหว่างลำตัวและช่วงขา จุดพับจะอยู่บริเวณกระดูกเชิงกราน หรือถ้าผู้เล่นยืนตรงแล้วยกเข่าขึ้นมาก็จะสังเกตเห็นจุดพับได้เป็นอย่างดี การพับหรือการงอในจุดนี้ทำเพียงเล็กน้อยเท่านั้น และในการพับนี้ลำตัวต้องตรง หลังต้องตรงไม่โค้งงอ ตำแหน่งของแขน เมื่อเกิดการพับขึ้น 2 จุดคือที่หัวเข่ากับลำตัวแล้ว แขนทั้งสองข้างให้ปล่อยทิ้งลงมาตามแรงโน้มถ่วงของโลก แล้วจึงทำการจับกริพในตำแหน่งที่แขนถูกปล่อยทิ้งลงมานั่นเอง ตำแหน่งของมือในการจับกริพให้ตรงกับตำแหน่งหัวใจ หรืออยู่บริเวณหน้าขาด้านซ้ายและอยู่ห่างจากลำตัวประมาณ 1 ฝ่ามือ ตำแหน่งของมือที่ถูกต้องให้เช็คดูจากปลายกริพ เมื่อจับกริพและตำแหน่งของมือที่ถูกต้องปลายกริพจะชี้อยู่ในแนวเดียวกับสายเข็มขัดของผู้เล่น หัวไหล่ด้านขวาจะต่ำกว่าด้านซ้ายเล็กน้อย ซึ่งเป็นไปตามธรรมชาติ อันเนื่องมาจากการที่ผู้เล่นจับกริพแล้วมือขวาอยู่ด้านล่าง จึงดึงให้หัวไหล่ขวาต่ำลงไปด้วย และแนวของหัวไหล่เมื่อมองจากด้านข้าง จะเลยปลายเท้ามาเล็กน้อย (ในแนวดิ่ง) ศีรษะต้องอยู่เป็นแนวเดียวกันกับแนวกระดูกสันหลัง ไม่ก้มหน้า ดังภาพที่ 2.1

ภาพที่ 2.1 วิธีการยืนสวิงกอล์ฟ [1]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.1.2 การลากไม้ (Back Swing-Takeaway)

การลากไม้เป็นขั้นตอนที่สองของการสวิงกอล์ฟ ควรกระทำอย่างราบเรียบ ไม่กระชาก เคลื่อนไหวเฉพาะหัวไหล่และแขนซ้าย ค่อยๆ หมุนหัวไหล่ซ้ายและแขนซ้ายลอดใต้คาง โดยที่สายตายังคงมองอยู่ที่ลูกกอล์ฟ รักษาตัว Y ไว้ในระยะ 2-3 ฟุตแรกของการลากไม้ ดังภาพที่ 2.2



ภาพที่ 2.2 วิธีการลากไม้กอล์ฟ [2]

2.1.1.3 ครึ่งวงสวิง (Half Swing)

เป็นตำแหน่งที่ไม้กอล์ฟถูกยกขึ้นมาจนก้านไม้ขนานกับพื้น ปลายของกริพที่ผู้เล่นเอามือจับอยู่จะชี้ไปที่เป้าหมาย หน้าไม้จะปิดเล็กน้อย หน้าและศีรษะนิ่ง สายตายังมองอยู่ที่ลูกกอล์ฟตลอดเวลา การถ่ายน้ำหนักก็จะถ่ายมาสู่ขาขวาประมาณ 70 % ดังภาพที่ 2.3

ภาพที่ 2.3 ตำแหน่งครึ่งวงสวิง [2]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.1.4 ตำแหน่งสูงสุดของวงสวิง (Top Swing)

ตำแหน่งสูงสุดของวงสวิง ถือเป็นจุดที่สำคัญจุดหนึ่งของวงสวิงเพราะเป็นจุดในการสะสมพลังงาน และกลไกในการส่งถ่ายพลังงานทั้งหมดเข้าสู่การปะทะลูก ดังภาพที่ 2.4

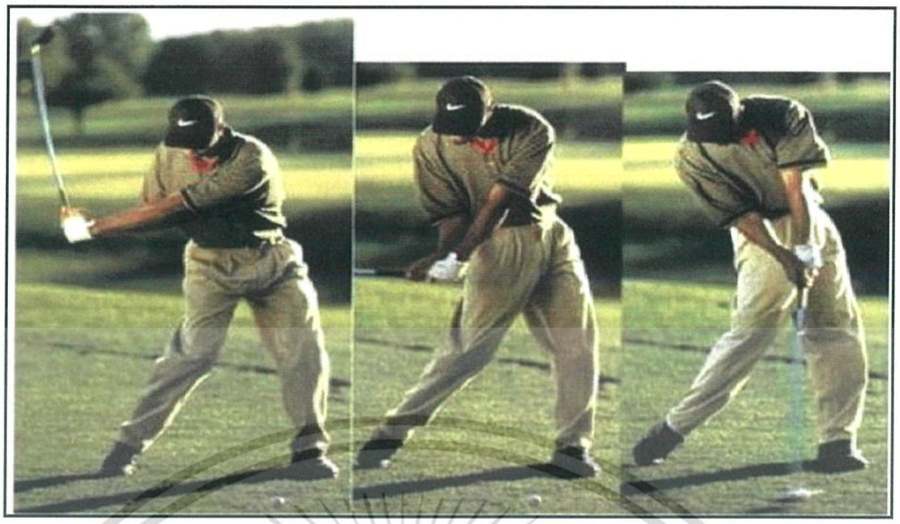
ภาพที่ 2.4 ตำแหน่งสูงสุดของวงสวิง [2]

2.1.1.5 การเริ่มเข้าตีลูก (Down Swing)

เป็นจุดที่เริ่มลดไม้ลงมาเพื่อเริ่มการถ่ายทอดพลังงานเข้าสู่การปะทะลูก ลำดับการทำงานในขั้นตอนนี้อันดับแรกคือ ต้องเปิดสะโพกซ้ายให้เริ่มหมุนไปด้านหลังก่อน เสมือนเป็นการเปิดประตูต้อนรับพลังงานทั้งหลายเข้าสู่การปะทะลูกกอล์ฟ แล้วขบวนการของการถ่ายน้ำหนักจากซีกขวาไปยังซีกซ้ายจึงจะเกิดขึ้นได้อย่างสมบูรณ์

อีกหนึ่งจุดที่ต้องให้ความสำคัญมากๆ เช่นกัน ก็คือจุดของการหักข้อมือ ในตำแหน่ง Top Swing เมื่อเริ่มทำการ Down Swing ลงมา จะต้องรักษามุมนั้นไว้ก่อนห้ามรีบคลายออก วิธีรักษามุมของข้อมือนี้ไว้ก็คือ เวลา Down Swing ลงมา ให้มีความรู้สึกว่าปลายสันของกริพเป็นตัวนำลงมาก่อน ผู้เล่นจะมาเริ่มคลายมุมของข้อมือก่อนเข้าปะทะลูก เมื่อตำแหน่งของมือลดลงมาก่อนถึงลูกกอล์ฟ 3-4 ฟุตเท่านั้น แล้วจึงค่อยสะบัดพลิกข้อมือเฆี่ยนเข้าไปที่ลูกกอล์ฟ หรือทางภาษากอล์ฟจะเรียกว่า "Snap" ดังภาพที่ 2.5

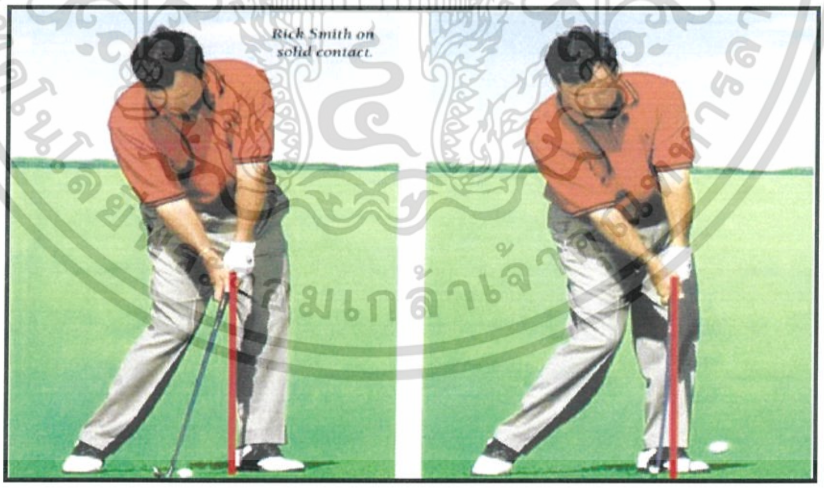
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.5 การเริ่มเข้าตีลูก [2]

2.1.1.6 จุดที่หน้าไม้ปะทะลูก (Impact)

ตำแหน่งจุดตีลูกเป็นจุดที่เกิดการปะทะกันระหว่างหน้าไม้กับลูกกอล์ฟ ซึ่งจะเกิดแรงกระแทกที่สัมผัสได้อย่างชัดเจน การตีลูกที่ดีควรถูกกลางหน้าไม้ แรงและพลังงานก็จะถูกถ่ายทอดไปยังลูกกอล์ฟได้เต็มที่ ถ้าหากตีไม่ดีจะเกิดอาการบาดเจ็บได้ ดังภาพที่ 2.6



ภาพที่ 2.6 ตำแหน่งการตีลูกกอล์ฟ [2]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.1.7 การส่งถ่ายพลัง (Follow Through)

การส่งถ่ายพลังเป็นจุดที่ส่งพลังให้ลูกกอล์ฟไปได้ระยะไกล และตรงตามความต้องการ ดังนั้นจึงมีความสำคัญมากอีกจุดหนึ่ง เพราะส่วนใหญ่นักกอล์ฟสมัครเล่นจำนวนมาก ทำจุดนี้ได้ไม่ดี ตีไม่ได้ระยะและวิถีของลูกกอล์ฟส่วนมากจะเลี้ยวขวาออกไปจากเป้าหมาย การส่งถ่ายพลังแสดงดังภาพที่ 2.7

ภาพที่ 2.7 วิธีการถ่ายพลัง [2]

2.1.1.8 ท่าจบของวงสวิง (Finish)

ท่าจบวงสวิงเป็นขั้นตอนสุดท้ายของการสวิงกอล์ฟ เป็นจุดที่สามารถบ่งบอกถึงประสิทธิภาพของสวิงในการตีครั้งนั้นได้เป็นอย่างดี ถ้าผู้เล่นสามารถจบสวิงได้ดี ยืนได้อย่างมั่นคง รักษาสมดุลได้ จึงสรุปได้ว่าการตีครั้งนั้นเป็นการตีที่ดี ดังภาพที่ 2.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 2.8 ท่าจบวงสวิงกอล์ฟ [2]

2.1.2 การบาดเจ็บจากกีฬากอล์ฟ

การบาดเจ็บจากกีฬากอล์ฟสามารถเกิดได้จากหลายสาเหตุ [3] ได้แก่ การบาดเจ็บที่ไม่ได้เกิดจากการสวิงกอล์ฟ เช่น อันตรายจากแสงแดด ถูกตีโดยไม้กอล์ฟหรือลูกกอล์ฟ เป็นต้น และการบาดเจ็บจากการสวิงกอล์ฟ เช่น วงสวิงไม่เหมาะสม ฝึกซ้อมหรือแข่งขันมากเกินไป หรือสุขภาพของผู้เล่นไม่พร้อมเล่น เป็นต้น มีรายละเอียดดังนี้

2.1.2.1 ปัญหาการบาดเจ็บ

เป็นปัญหาที่เกิดขึ้นกับร่างกายทั้งขณะสวิงกอล์ฟและหลังการสวิง มีทั้งแบบเฉียบพลันและเรื้อรัง ดังต่อไปนี้

1) การฝึกซ้อมหรือแข่งขันมากเกินไป

2) เคยได้รับการบาดเจ็บ ทำให้เกิดอาการบาดเจ็บซ้ำ

3) การบาดเจ็บอาจไม่รุนแรง แต่ทำให้เล่นได้ไม่ดี และอาจทำให้มีการบาดเจ็บมากยิ่งขึ้น

2.1.2.2 บริเวณที่เกิดการบาดเจ็บ

เป็นบริเวณที่พบว่ามักมีอาการบาดเจ็บเกิดขึ้นจากการสวิงกอล์ฟ ดังนี้

1) อาการบาดเจ็บบริเวณคอ

อาการบาดเจ็บบริเวณคอ มี 3 สาเหตุ ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

a) เสียวแปลบที่บริเวณคอ ท้ายทอยหรือบ่า เกิดจากการสวิงไม่ถูกวิธี รวมถึงการอบอุ่นร่างกายไม่เพียงพอ ทำให้มีการฉีกขาดเล็กน้อยของกล้ามเนื้อบริเวณช่วงต่อของคอกับไหล่ เมื่อมีการเคลื่อนไหวร่างกายจะทำให้เกิดการเจ็บปวดอย่างรุนแรงทันที

b) เส้นเอ็นยึดติด เนื่องจากนักกอล์ฟหมุนคอหรือบิดคอไปด้านหลังมากเกินไป จนทำให้เส้นเอ็นคอที่ยึดติดกับกระดูกสันหลัง เกิดการแข็งตึงไม่สามารถหันกลับสู่สภาพเดิมได้เต็มที่

c) กระดูกสันหลังเคลื่อน มักจะเกิดขึ้นเป็นประจำกับนักกอล์ฟสูงอายุ เนื่องจากการบิดงอหรือหมุนตัวไปด้านข้างมากเกินไป ทำให้กระดูกสันหลังที่เชื่อมต่อกับคอเกิดการอักเสบ แข็งตัวไม่สามารถเคลื่อนไหวไปมาได้อย่างสะดวก หรือเนื่องมาจากอายุที่เพิ่มมากขึ้น ความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อและเอ็นบริเวณกระดูกสันหลังลดน้อยลง เวลาบิดตัวในจังหวะ Follow Through อย่างรุนแรง แผ่นที่เชื่อมระหว่างข้อต่อกระดูกสันหลังจึงเคลื่อนออกจากที่เดิม ทำให้ปวดหลังขึ้นไปจนถึงบริเวณต้นแขน

2) อาการบาดเจ็บบริเวณไหล่

เกิดจากเส้นเอ็นและถุงน้ำในข้ออักเสบ เนื่องจากการเสียดสีอย่างรุนแรงซ้ำๆ ในที่เดิมบ่อยๆ ทำให้เส้นเอ็นและถุงน้ำในข้อ เกิดการอักเสบขึ้นได้ เช่น การดึงหัวไหล่ในจังหวะสวิง

3) อาการบาดเจ็บบริเวณข้อศอก

อาการบาดเจ็บบริเวณข้อศอกมีสาเหตุมาจาก ข้อศอกอักเสบ จะเกิดอาการเสียวแปลบ หรือชาที่ท่อนแขนและข้อศอกเป็นครั้งคราว เนื่องมาจากการกระแทกข้อศอกโดยฉับพลันหรือออกแรงท่อนแขนมากเกินไป การบิดข้อมือไปข้างหน้ามากเกินไปในจังหวะ Down Swing และจังหวะ Follow Through หรือเทคนิคในการเล่นอื่นๆ ที่ไม่ถูกต้อง เช่น การตีแซะลูกซ้ำกันบ่อยครั้ง การเล่นลูกในพงหญ้าและการเล่นกอล์ฟหลังจากหยุดไปนาน เป็นต้น

4) อาการบาดเจ็บบริเวณข้อมือและฝ่ามือ

อาการบาดเจ็บบริเวณข้อมือและฝ่ามือ เกิดจาก 2 สาเหตุ ดังนี้

a) เส้นเอ็นที่ข้อมืออักเสบ มีสาเหตุมาจากการออกแรงมากเกินไปทำให้ข้อมือบวม และอักเสบ หลังจากสวิงจบจะเจ็บที่โคนหัวแม่มือซ้าย ดังนั้นควรลดความแรงในการสวิงลง

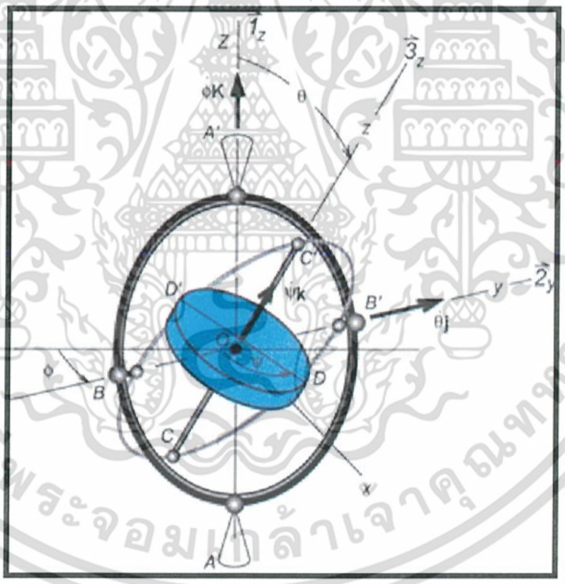
b) ผิวหนังพุพอง หรือถลอก มีสาเหตุมาจากการเสียดสีจุดเดิมซ้ำๆ ทำให้เกิดการอักเสบของเนื้อเยื่อและเป็นตุ่มพุพองมีน้ำใสๆ อยู่ภายในหรือบางครั้งอาจมีเลือดออกด้วย มักเกิดกับนักกอล์ฟที่เพิ่งหัดเล่นใหม่ๆ ซึ่งหลีกเลี่ยงได้ยาก สามารถป้องกันได้โดยการสวมถุงมือและใช้พลาสเตอร์ปิดบริเวณที่มีการเสียดสีมากๆ ก็อาจช่วยบรรเทาความรุนแรงได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง

2.2.1 ไจโรสโคป (Gyroscope)

ไจโรสโคป [4] คืออุปกรณ์ที่ทำงานด้วยหลักฟิสิกส์ตามกฎแรงโน้มถ่วงของนิวตัน เป็นอุปกรณ์ที่ควบคุมสมดุลการเคลื่อนไหวในแนวแกน กำเนิดขึ้นในปี 1852 โดยนักฟิสิกส์ที่ชื่อ ฌอง โบนาปต์ เลอง ฟูโกลต์ (Leon Foucault) โดยการนำวงล้อมาติดในวงแหวนที่หมุนได้ โดยที่วงล้อจะนอนอยู่แนวระนาบ แต่วงแหวนสามารถหมุนได้อิสระ ภายหลังฟูโกลต์เปลี่ยนจากวงล้อเป็น Rotor ทำให้ค้นพบว่า การเคลื่อนไหวของ Rotor หมุนตัวเองในทิศเดิมของมัน โดยไม่อิงกับแรงโน้มถ่วงโลกเช่นกัน มวลจะเคลื่อนตัวเป็นเส้นตรงด้วยความเร็วคงที่เมื่อไม่มีแรงภายนอกมากระทำ เมื่อไจโรสโคปหมุนไป 90 องศา จุดบนเปลี่ยนตำแหน่งไป 90 องศา และยังเคลื่อนที่ไปทางซ้าย เช่นเดียวกับจุดล่าง เมื่อหมุนขึ้นมา 90 องศา ไจโรสโคปยังคงเคลื่อนที่ไปทางขวา ทำให้ล้อเกิดการหมุนควง ขณะที่จุดบนและจุดล่างเปลี่ยนตำแหน่งไป 90 องศา การเคลื่อนที่ในครั้งแรกจะถูกยกเลิกไป ไม่เกิดการพลิกของล้อ ดังนั้นแกนหมุนของไจโรสโคปจะเหมือนกับห้อยอยู่กับที่ตลอดเวลา ดังภาพที่ 2.9



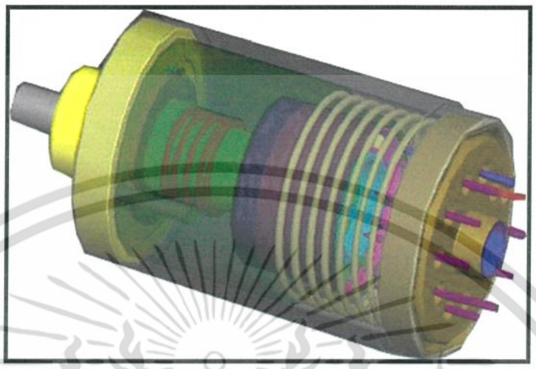
ภาพที่ 2.9 หลักการทำงานของไจโรสโคป (Gyroscope)

2.2.2 แอซเซลเรโรมิเตอร์ (Accelerometer)

แอซเซลเรโรมิเตอร์ [5] คือ อุปกรณ์วัดความเร่งของการเคลื่อนที่ของวัตถุซึ่งคุ้นเคยดีในมือถือสมาร์ทโฟนทั่วไป เช่น iPhone ตัวอย่างการใช้งานเช่น การเขย่าเพื่อเปลี่ยนเพลง หรือการเขย่าตัวเครื่องเพื่อใช้ในการควบคุมการเล่นเกม เป็นต้น แอซเซลเรโรมิเตอร์ ประกอบด้วยสปริงและลูกตุ้มน้ำหนัก เมื่อมีการเคลื่อนที่ด้วยความเร่งลูกตุ้มน้ำหนักจะถูกกดไปอีกฝั่งตรงข้ามกับการเคลื่อนที่ สปริงก็

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำหน้าที่ดึงกลับเข้าที่อีกครั้งเมื่อหยุดการเคลื่อนที่ การเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่คือความเร่งเท่ากับศูนย์ ค่าที่วัดได้ก็จะไม่เปลี่ยนแปลง ได้มีการนำแอซเซลเรโรมิเตอร์ไปใช้ในงานทางด้านวิศวกรรมชีวเวช เช่น เครื่องตรวจวัดความเร็วที่ติดในรองเท้า เครื่องนับจำนวนก้าวเท้า เป็นต้น ดังภาพที่ 2.10



ภาพที่ 2.10 อุปกรณ์แอซเซลเรโรมิเตอร์ (Accelerometer)

2.2.3 แมกนิโทมิเตอร์ (Magnitometer)

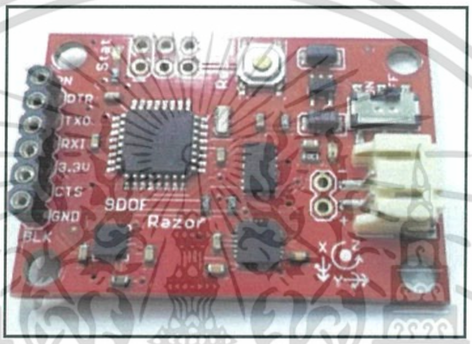
แมกนิโทมิเตอร์ [6] คือ อุปกรณ์ที่ใช้สำหรับตรวจวัดค่าความเข้มของสนามแม่เหล็ก และตรวจหาสนามแม่เหล็กของบริเวณที่ต้องการ ใช้สำหรับการสำรวจทางภาคพื้นดิน เพื่อใช้วัดค่าความเข้มสนามแม่เหล็กในแนวตั้ง บางครั้งใช้วัดความเข้มของสนามแม่เหล็กแนวราบ ซึ่งใช้ในการสำรวจทางอากาศ ดังภาพที่ 2.11

ภาพที่ 2.11 แมกนิโทมิเตอร์ (Magnitometer)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.4 อุปกรณ์ตรวจจับการเคลื่อนไหว (Motion Sensor)

อุปกรณ์ตรวจจับการเคลื่อนไหวเป็นเซ็นเซอร์ที่ผลิตโดยบริษัท SparkFun Eletronics โดยใช้เซ็นเซอร์รุ่น 9 Degrees of Freedom - Razor IMU ภายในวงจรประกอบด้วยส่วนย่อยๆ 3 ส่วน [7] คือ ส่วนแรก ITG-3200 (Gyroscope) ทำหน้าที่วัดค่าการเอียงในระนาบ 3 มิติ ส่วนที่สอง ADXL345 (Accelerometer) ทำหน้าที่วัดแรงที่มากระทำกับเซ็นเซอร์ โดยสามารถวัดค่าที่อยู่ในช่วง ±16g มีรูปแบบการส่งข้อมูล 13 bit ส่วนสุดท้าย HMC5883L (Magnetometer) ทำหน้าที่วัดค่าสนามแม่เหล็กในระนาบ 3 มิติ โดยจัดส่วนประกอบทั้งหมดในแผงวงจรขนาด 1.1x 1.6 นิ้ว ดังภาพที่ 2.12



ภาพที่ 2.12 อุปกรณ์ตรวจจับการเคลื่อนไหว รุ่น 9 Degrees of Freedom - Razor IMU

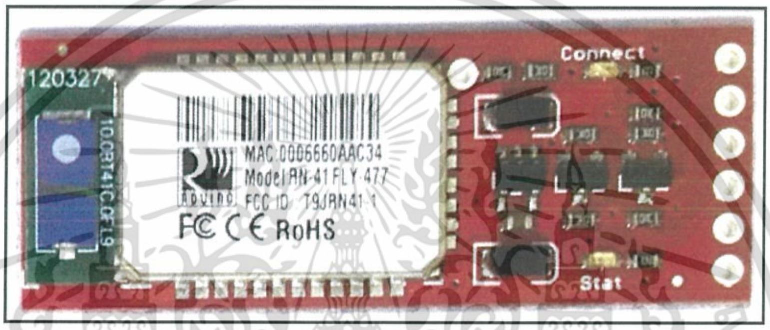
2.2.5 สัญญาณบลูทูธ (Bluetooth)

ระบบสื่อสารของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์แบบสองทางด้วยคลื่นวิทยุระยะสั้น (Short-Range Radio Links) [8] โดยไร้สายเคเบิ้ลหรือสายสัญญาณที่ใช้สำหรับเชื่อมต่อ ไม่จำเป็นจะต้องใช้การเดินทางแบบเส้นตรงเหมือนกับอินฟราเรด ซึ่งเป็นการเพิ่มความสะดวกมากกว่าการเชื่อมต่อแบบอินฟราเรดที่ใช้ในการเชื่อมต่อระหว่างโทรศัพท์มือถือ กับอุปกรณ์ในโทรศัพท์เคลื่อนที่รุ่นก่อนๆ และในการวิจัย โดยคำว่า “บลูทูธ” มาจากพระนามของพระมหากษัตริย์เดนมาร์ก คือ Harald Bluetooth เป็นกษัตริย์ในช่วงปี ค.ศ. 940-981 หรือประมาณ 1,000 กว่าปีมาแล้ว กษัตริย์พระองค์นี้ได้ปกครองประเทศเดนมาร์กและนอร์เวย์ในยุคของไวกิ้งค์ และต้องการรวมประเทศให้เป็นหนึ่งเดียว นอกจากนี้พระองค์ยังเป็นผู้นำศาสนาคริสต์เข้าสู่ประเทศเดนมาร์กอีกด้วย การตั้งชื่อนี้เป็นการรำลึกถึงพระราชกรณียกิจของพระมหากษัตริย์ Harald Bluetooth ผู้ปกครองประเทศกลุ่มสแกนดิเนเวีย ซึ่งปัจจุบันเป็นกลุ่มประเทศผู้นำในการผลิตมือถือป้อนสู่ตลาดโลก และระบบบลูทูธได้ริเริ่มในกลุ่มประเทศนี้อีกด้วย ระบบบลูทูธประกอบด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.5.1 **ตัวส่งสัญญาณบลูทูธ (Bluetooth Sensor)**

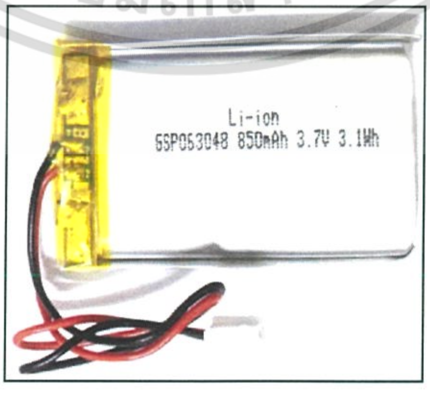
ตัวส่งสัญญาณบลูทูธเป็นอุปกรณ์ที่ใช้กับอุปกรณ์ตรวจจับการเคลื่อนไหวเป็นแผงวงจรที่ผลิตโดยบริษัท SparkFun Electronics โดยใช้ชื่อว่า บลูทูธเมทโกล (Bluetooth Mate Gold) ทำหน้าที่ส่งข้อมูลที่ได้รับจากเซ็นเซอร์ โดยส่งผ่านสัญญาณบลูทูธบนมาตรฐาน 802.11g ด้วยความถี่ 2.4~2.524 GHz รองรับการส่งข้อมูล 2400-115200 bps. สามารถทำงานบนสภาพแวดล้อมที่อุณหภูมิ -40~+70 เซลเซียส โดยใช้ไฟฟ้าขนาด 3.3V-6V เพื่อทำงาน ตัวส่งสัญญาณบลูทูธนี้มีขนาด 1.75x0.65 นิ้ว ดังภาพที่ 2.13



ภาพที่ 2.13 ตัวส่งสัญญาณบลูทูธ รุ่นบลูทูธเมทโกล (Bluetooth Mate Gold)

2.2.5.2 **แบตเตอรี่ (Battery)**

แบตเตอรี่เป็นอุปกรณ์ที่ใช้เป็นพลังงานหลักสำหรับตัวรับสัญญาณบลูทูธและเซ็นเซอร์ตรวจจับการเคลื่อนไหว โดยใช้แบตเตอรี่รุ่นพอลิเมอร์ ลิเทียมไอออนแบตเตอรี่ (Polymer Lithium Ion Battery) สามารถจ่ายไฟที่มีขนาด 3.7V ความจุของแบตเตอรี่อยู่ที่ 1000 mAh ขนาดของแบตเตอรี่อยู่ที่ 2.00x1.32x0.23 นิ้ว ดังภาพที่ 2.14



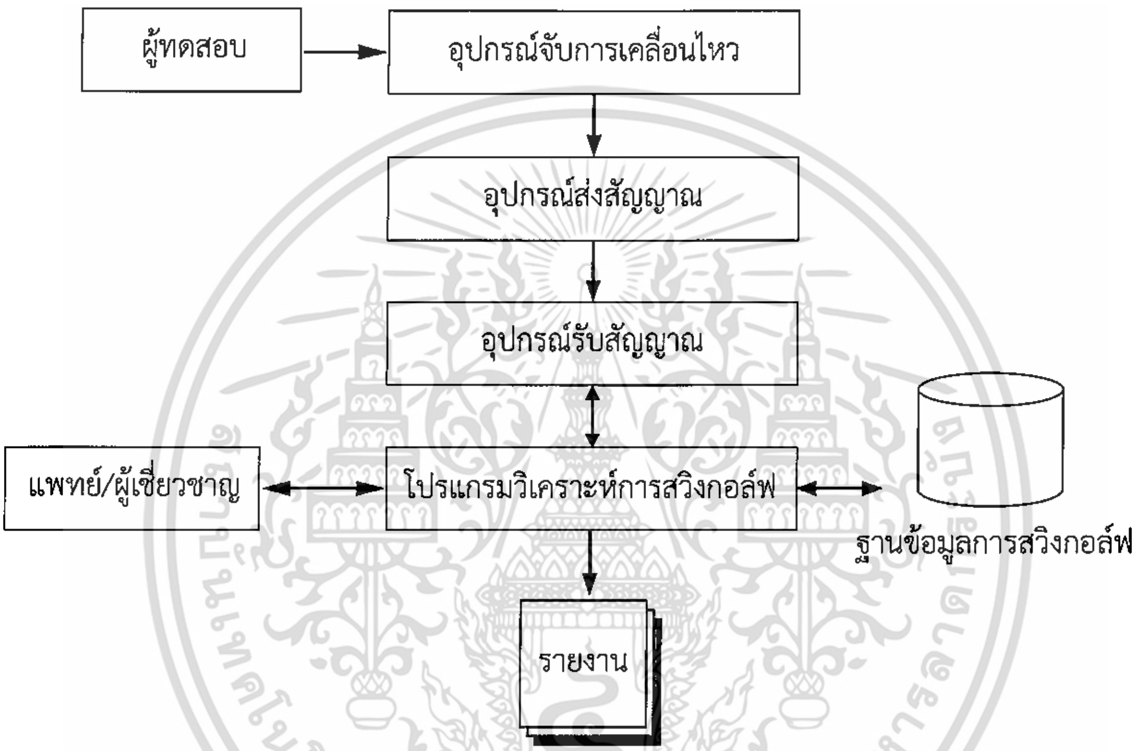
ภาพที่ 2.14 แบตเตอรี่ รุ่นพอลิเมอร์ลิเทียมไอออน (Polymer Lithium Ion Battery)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
ขั้นตอนการออกแบบและพัฒนาชุดวิเคราะห์การสวิงกอล์ฟ

3.1 โครงสร้างโปรแกรมวิเคราะห์การบาดเจ็บกล้ามเนื้อจากกีฬากอล์ฟ

โปรแกรมชุดวิเคราะห์การสวิงกอล์ฟ มีโครงสร้างประกอบด้วยส่วนต่างๆ ดังภาพที่ 3.1



ภาพที่ 3.1 โครงสร้างของโปรแกรมวิเคราะห์การบาดเจ็บกล้ามเนื้อจากกีฬากอล์ฟ

โครงสร้างของโปรแกรมชุดวิเคราะห์การสวิงกอล์ฟมีส่วนประกอบสำคัญ 6 ส่วน ดังนี้

1) ส่วนของการติดต่อกับผู้ป่วยหรือนักกายภาพบำบัด เป็นส่วนโปรแกรมในการติดต่อกับผู้ใช้งาน ซึ่งจะเชื่อมต่อกับชุดวิเคราะห์การสวิงในแต่ละชุด ทั้งที่เป็นอินพุต เพื่อให้ผู้ใช้สามารถปรับแต่งการทำงานต่างๆ ได้ ภายในโปรแกรม และเอาท์พุต คือสิ่งที่ผู้ใช้จะได้รับหรือต้องการจากการทำงานของโปรแกรม
2) ส่วนของอุปกรณ์ส่งสัญญาณ เป็นส่วนที่ทำหน้าที่ส่งสัญญาณโดยใช้บลูทูธและ Motion Node ในการติดต่อส่งข้อมูลเป็นหลัก
3) ส่วนของอุปกรณ์รับสัญญาณ เป็นส่วนที่ทำหน้าที่รับสัญญาณบลูทูธจากอุปกรณ์ส่งสัญญาณที่ได้ติดตั้งโปรแกรมวิเคราะห์การสวิงไว้แล้ว ซึ่งจะเชื่อมต่อกับชุดอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

4) ส่วนของระบบการจัดการหรือโปรแกรมวิเคราะห์การสวิงกอล์ฟ เป็นส่วนที่ทำหน้าที่ประมวลผลข้อมูลที่เข้ามา และทำหน้าที่บันทึกข้อมูลต่างๆ ลงในฐานข้อมูลผู้ป่วยเพื่อจัดเก็บข้อมูลการบาดเจ็บ
5) ส่วนของฐานข้อมูลการสวิงกอล์ฟ เป็นฐานข้อมูลที่เก็บข้อมูลของผู้ทดสอบและรูปแบบการบาดเจ็บ ซึ่งจะติดต่อกับระบบการจัดการที่ทำหน้าที่บันทึกข้อมูลต่างๆ จากการสวิงของผู้ทดสอบหรือผู้ป่วยแต่ละบุคคลลงยังฐานข้อมูล
6) ส่วนของการจัดพิมพ์รายงาน เป็นส่วนที่จัดพิมพ์รายงาน เพื่อให้แพทย์ พยาบาล และนักกายภาพบำบัด ได้นำไปวิเคราะห์หรือใช้ประโยชน์ต่อไป

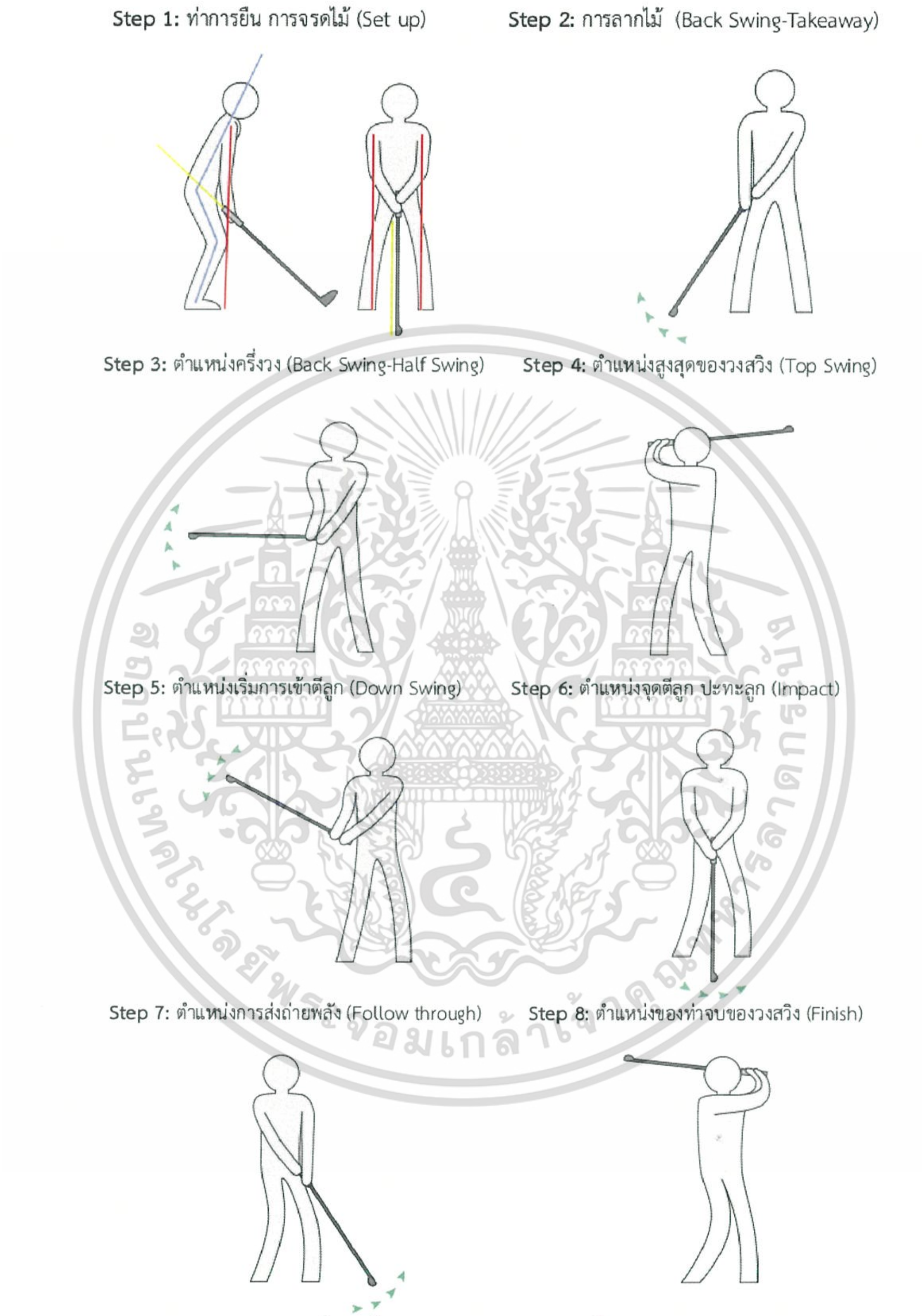
3.2 การออกแบบขั้นตอนการเก็บข้อมูล

เป็นการออกแบบขั้นตอนต่างๆของการได้มาของข้อมูลการสวิงกอล์ฟ มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1) ติดต่อผู้เชี่ยวชาญทางด้านการทำกายภาพบำบัดในกีฬากอล์ฟและรวบรวมข้อมูลปัจจัยต่างๆเกี่ยวกับการสวิงกอล์ฟ
2) ติดต่อผู้ทดสอบ นัดหมายการทดสอบเก็บข้อมูลการสวิงกอล์ฟ
3) อธิบายขั้นตอนต่างๆในการเก็บข้อมูลให้ผู้ทดสอบทราบ
4) ติดอุปกรณ์ตรวจจับการเคลื่อนไหว เป็นการให้ผู้ทดสอบสวมใส่ชุดที่ได้ทำการติดตั้งอุปกรณ์ตรวจจับการเคลื่อนไหว
5) เตรียมโปรแกรมจัดเก็บข้อมูล เป็นการตั้งค่าโปรแกรมที่ได้ถูกออกแบบและพัฒนาการจัดเก็บข้อมูลการสวิงกอล์ฟ ให้พร้อมทำงานร่วมกับชุดอุปกรณ์
6) กำหนดการสวิงกอล์ฟ เป็นการกำหนดรูปแบบการสวิงกอล์ฟให้ผู้ทดสอบทำการตีกอล์ฟด้วยท่าสวิงเต็มแรงเพื่อจัดเก็บข้อมูล โดยให้ทำการสวิงกอล์ฟตามท่ามาตรฐาน ซึ่งประกอบไปด้วย 8 ขั้นตอนคือ การจรดไม้ การลากไม้ ครึ่งวงสวิง ตำแหน่งสูงสุดของวงสวิง การเริ่มเข้าตีลูก จุดที่หน้าไม้ปะทะลูก การส่งถ่ายพลัง และท่าจบของวงสวิง ดังภาพที่ 3.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

142451

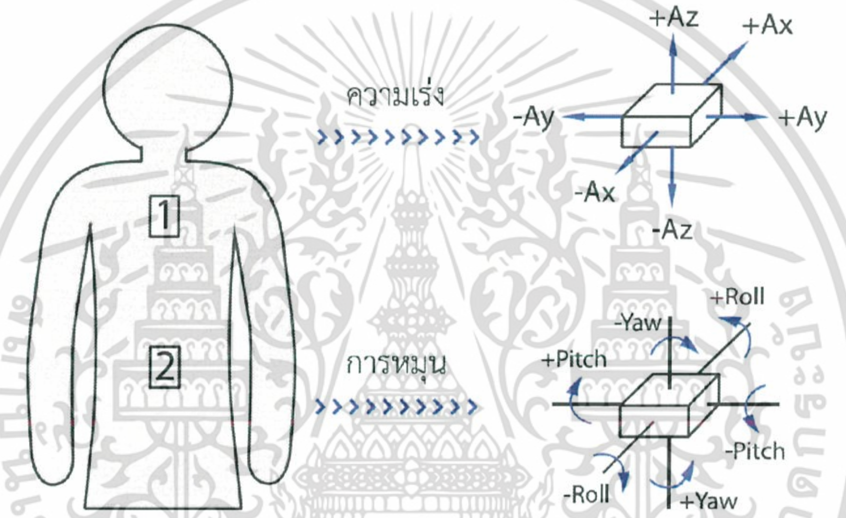


ภาพที่ 3.2 ขั้นตอนการสวิงกอล์ฟ 8 ขั้นตอน [1]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 รูปแบบข้อมูลจากอุปกรณ์ตรวจจับการเคลื่อนไหว

รูปแบบข้อมูลที่ผู้พัฒนาได้เลือกใช้จากอุปกรณ์ตรวจจับการเคลื่อนไหว ประกอบไปด้วย 6 ข้อมูลที่สำคัญคือ Ax, Ay, Az คือข้อมูลความเร่งในระนาบ 3 มิติ ใช้ในการคำนวณแรงที่ผู้สวิงออกและ Roll, Pitch, Yaw เป็นการบิดหมุนของกล้ามเนื้อ โดยอุปกรณ์ตรวจจับการเคลื่อนไหวจะถูกติดที่ 2 ส่วน คือบริเวณกล้ามเนื้อหลังส่วนบนและส่วนล่าง ใช้ความถี่ในการตรวจจับข้อมูลที่ 50 ครั้งต่อวินาที ดังภาพที่ 3.3



ภาพที่ 3.3 ข้อมูลจากอุปกรณ์ตรวจจับการเคลื่อนไหว

3.4 การออกแบบโปรแกรมชุดวิเคราะห์การสวิงกอล์ฟ

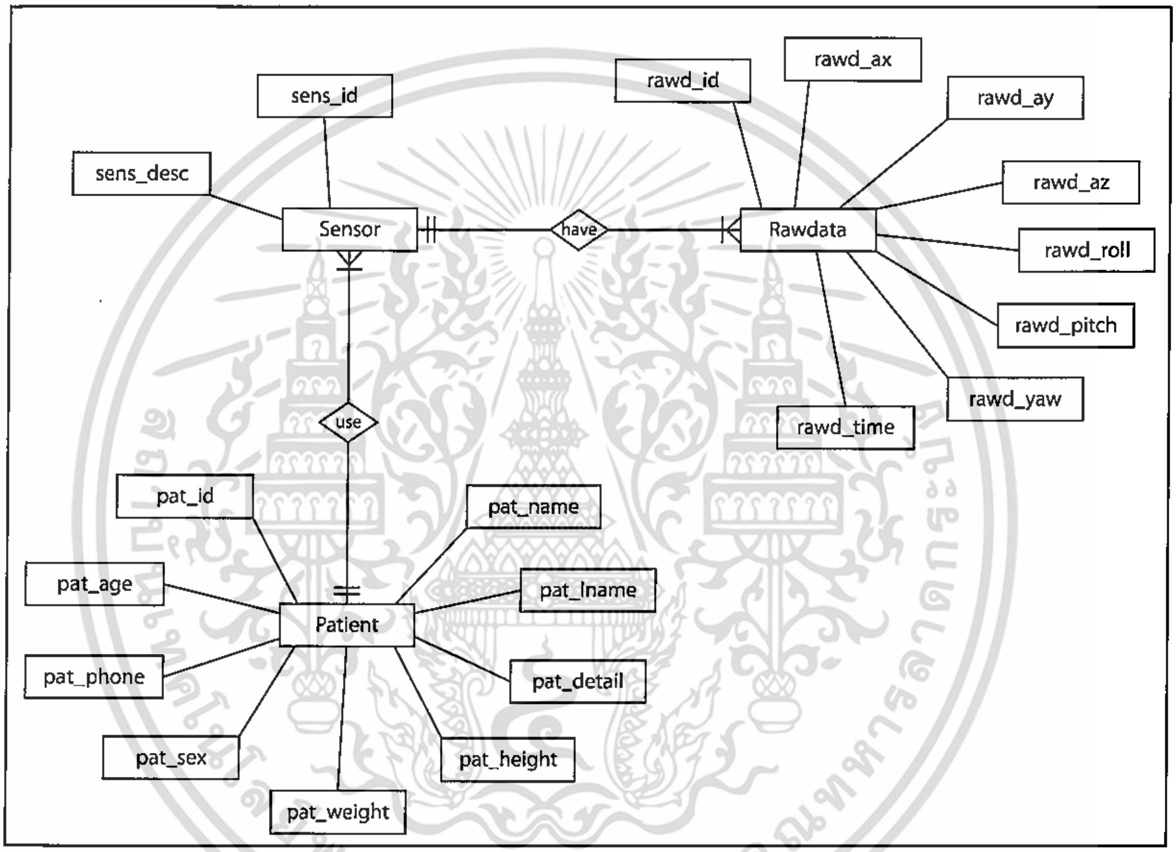
เป็นส่วนที่ผู้พัฒนาได้ออกแบบสำหรับการนำเข้าข้อมูลที่ได้จากการสวิงกอล์ฟ โดยใช้อุปกรณ์ตรวจจับการเคลื่อนไหวเพื่อวิเคราะห์การสวิงในแต่ละครั้ง แบ่งออกเป็น 2 ส่วนดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.1 การออกแบบฐานข้อมูลของชุดวิเคราะห์การสวิงกอล์ฟ

3.4.1.1 แผนภาพอีอาร์ไดอะแกรม (E-R Diagram)

แผนภาพอีอาร์ไดอะแกรมของโปรแกรมชุดวิเคราะห์การสวิงกอล์ฟ แสดงดังภาพที่ 3.4



ภาพที่ 3.4 แผนภาพอีอาร์ของโปรแกรมชุดวิเคราะห์การสวิงกอล์ฟ

3.4.1.2 อธิบายตารางในฐานข้อมูล

ฐานข้อมูลของโปรแกรมชุดวิเคราะห์การสวิงกอล์ฟมีตารางข้อมูลจำนวน 3 ตาราง ตั้งแต่ตารางที่ 3.1 ถึง ตารางที่ 3.3 แสดงรายละเอียดของการจัดเก็บข้อมูลต่างๆ ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อตาราง ตารางอุปกรณ์ตรวจจับการเคลื่อนไหว (Sensor)

คำอธิบาย เป็นตารางที่เก็บข้อมูลอุปกรณ์ตรวจจับการเคลื่อนไหว ที่ติดยังส่วนต่างๆของผู้ป่วย แสดงรายละเอียดดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 อุปกรณ์ตรวจจับการเคลื่อนไหว (Sensor)

ฟิลด์	ชนิด	คำอธิบาย	หมายเหตุ
sens_id	Int(11)	รหัสอุปกรณ์ตรวจจับการเคลื่อนไหว	PK (auto_inc)
pat_id	Int(11)	รหัสผู้ป่วย	FK
sens_desc	Text	รายละเอียดอื่นๆ เกี่ยวกับอุปกรณ์ตรวจจับการเคลื่อนไหว	

ชื่อตาราง ตารางข้อมูลการเคลื่อนไหว (Raw data)

คำอธิบาย เป็นตารางที่เก็บข้อมูลการเคลื่อนไหวที่เกิดขึ้นในขณะสวิงกอล์ฟจากอุปกรณ์ตรวจจับการเคลื่อนไหวแต่ละชิ้น แสดงรายละเอียดดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 ข้อมูลการเคลื่อนไหว (Raw data)

ฟิลด์	ชนิด	คำอธิบาย	หมายเหตุ
rawd_id	int(11)	รหัสข้อมูลการเคลื่อนไหว	PK (auto_inc)
sens_id	int(11)	รหัสอุปกรณ์ตรวจจับการเคลื่อนไหว	FK
rawd_time	Int(11)	เวลาที่เป็นตัวระบุความถี่ของข้อมูล มีหน่วยเป็น 1/50 วินาที	
rawd_ax	Float	ความเร่งในแกน x	
rawd_ay	Float	ความเร่งในแกน y	
rawd_az	Float	ความเร่งในแกน z	
rawd_roll	Float	การหมุนรอบแกน x	
rawd_pitch	Float	การหมุนรอบแกน y	
rawd_yaw	Float	การหมุนรอบแกน z	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อตาราง ตารางผู้ป่วย (Patient)

คำอธิบาย ตารางนี้เป็นตารางที่เก็บข้อมูลผู้ป่วยที่เข้ารับการทดสอบการสวิงกอล์ฟ เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ปัจจัยต่างๆ ที่ส่งผลต่อการบาดเจ็บ แสดงรายละเอียดดังตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 ผู้ป่วย (Patient)

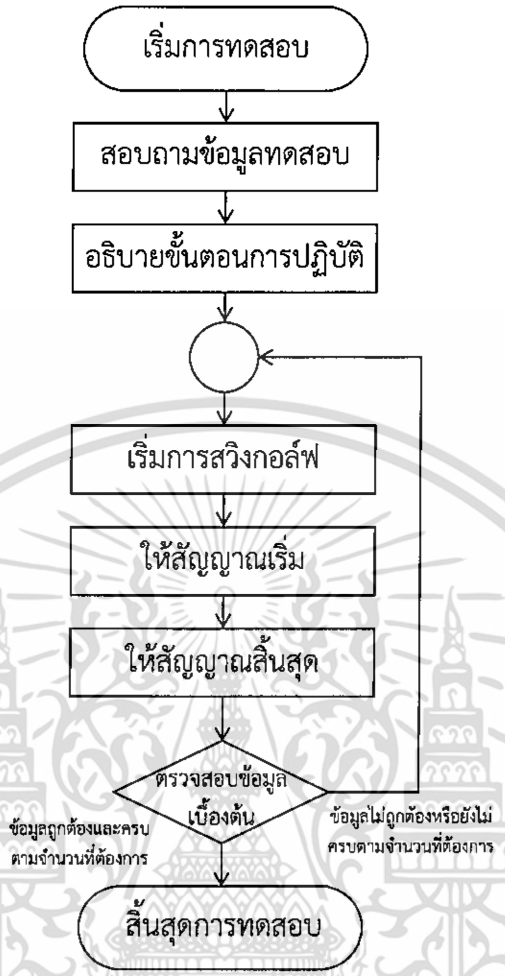
ฟิลด์	ชนิด	คำอธิบาย	หมายเหตุ
pat_id	Int(11)	รหัสผู้ป่วย	PK (auto_inc)
pat_name	Varchar(255)	ชื่อผู้ป่วย	
pat_lname	Varchar(255)	นามสกุลผู้ป่วย	
pat_age	Int(3)	อายุผู้ป่วย	
pat_sex	Int(1)	เพศผู้ป่วย	
pat_height	Float	ส่วนสูงผู้ป่วย	
pat_weight	Float	น้ำหนักผู้ป่วย	
pat_phone	Varchar(20)	เบอร์โทรศัพท์ผู้ป่วย	
pat_detail	Text	รายละเอียดอาการป่วย หรืออาการที่บาดเจ็บ	

3.5 ขั้นตอนปฏิบัติในการเก็บบันทึกข้อมูล

ขั้นตอนปฏิบัติในการเก็บบันทึกข้อมูลการสวิงกอล์ฟจากผู้ทดสอบ มีลักษณะดังภาพที่ 3.5

เริ่มต้นการทดสอบ ผู้วิจัยจะทำการเก็บข้อมูลของผู้ทดสอบ อันได้แก่ชื่อ นามสกุล อายุ เพศ น้ำหนัก ส่วนสูง และอาการบาดเจ็บที่เกิดจากการสวิงกอล์ฟ จากนั้นผู้วิจัยจะอธิบายขั้นตอนการปฏิบัติในการสวิงกอล์ฟตามท่ามาตรฐาน แล้วจึงเริ่มการเก็บข้อมูลการสวิงกอล์ฟ โดยผู้วิจัยจะให้สัญญาณเริ่มด้วยเสียง เมื่อทำการสวิงเสร็จสิ้นผู้วิจัยจะให้สัญญาณการสิ้นสุดการสวิงครั้งนั้นๆ จากนั้นผู้วิจัยจึงทำการตรวจสอบข้อมูลเบื้องต้นว่าถูกต้องหรือไม่ หากไม่ถูกต้องจะให้ผู้ทดสอบทำการทดสอบซ้ำ หากถูกต้องแล้วจะทำการทดสอบครั้งต่อๆไปตามจำนวนที่ต้องการ เมื่อครบตามจำนวนที่ต้องการแล้วจึงสิ้นสุดการทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.5 ขั้นตอนการเก็บข้อมูลการสวิงกอล์ฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
วิธีดำเนินการและผลการวิจัย

4.1 ชุดอุปกรณ์ตรวจจับการเคลื่อนไหว

การจัดเก็บข้อมูลการสวิงกอล์ฟประกอบไปด้วย 2 ส่วนที่สำคัญคือ

4.1.1 โปรแกรมตรวจจับการเคลื่อนไหว

เป็นโปรแกรมประยุกต์ที่พัฒนาขึ้นเฉพาะเพื่อการทำงานร่วมกับอุปกรณ์ตรวจจับการเคลื่อนไหว โดยโปรแกรมถูกพัฒนาขึ้นด้วยภาษาจาวา โดยมีขั้นตอนการออกแบบและพัฒนาแบบ เชิงวัตถุ (Object-Oriented Programming) สามารถทำงานได้หลากหลายแพลทฟอร์ม (ต้องการ JRE version 6 ขึ้นไปในการทำงาน) อีกทั้งยังทำงานร่วมกับฐานข้อมูล MySQL สำหรับจัดเก็บข้อมูลที่ได้จากการสวิงเพื่อการนำไปวิเคราะห์โดยผู้เชี่ยวชาญ

4.1.2 อุปกรณ์สำหรับโปรแกรมตรวจจับการเคลื่อนไหว

เป็นชุดอุปกรณ์ที่ออกแบบให้ทำงานร่วมกับเซ็นเซอร์ตรวจจับการเคลื่อนไหวและโปรแกรมตรวจจับการเคลื่อนไหว ประกอบไปด้วย 3 ชิ้นส่วนหลักคือ

4.1.2.1 เสื้อกั๊กเป็นเสื้อที่ถูกออกแบบมาให้สามารถใส่กล่องใส่เซ็นเซอร์ได้ที่บริเวณกล้ามเนื้อหลังส่วนบนและหลังส่วนล่าง ดังแสดงในภาพที่ 4.1

ภาพที่ 4.1 เสื้อกั๊ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2.2 กล่องใส่เซ็นเซอร์ เป็นกล่องที่ทำมาจากแผ่นอะคริลิคสี่เหลี่ยม เพื่อใส่เซ็นเซอร์ภายใน ป้องกันการกระทบกระเทือนและกระชับเซ็นเซอร์ให้อยู่นิ่ง เพื่อความแม่นยำของข้อมูล ดังแสดงในภาพที่ 4.2

ภาพที่ 4.2 กล่องใส่เซ็นเซอร์และเซ็นเซอร์

4.1.2.3 เสื้อกระชับเซ็นเซอร์ เป็นเสื้อยืดสำหรับการออกกำลังกาย ถูกนำมาประยุกต์กับเสื้อกั๊กเพื่อกระชับกล่องใส่เซ็นเซอร์ ดังภาพที่ 4.3

ภาพที่ 4.3 เสื้อกระชับเซ็นเซอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 การติดตั้งอุปกรณ์

4.2.1 คอมพิวเตอร์

เครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการเชื่อมต่อ ต้องสามารถเชื่อมต่อบลูทูธได้

4.2.2 การติดตั้งอุปกรณ์ตรวจจับการเคลื่อนไหว

การติดตั้งอุปกรณ์ มีขั้นตอนดังนี้

1) การเชื่อมต่อแผงวงจรตรวจจับการเคลื่อนไหว ผู้ใช้งานจะต้องเชื่อมต่อวงจรทั้ง 3 ส่วนเข้าด้วยกัน อันได้แก่ Razor-IMU Bluetooth Mate Gold และแบตเตอรี่ ดังแสดงในภาพที่ 4.4

ภาพที่ 4.4 การเชื่อมต่อวงจรทั้งสามส่วน

2) ทำการเชื่อมต่ออุปกรณ์ตรวจจับการเคลื่อนไหวเข้ากับคอมพิวเตอร์ โดยเครื่องคอมพิวเตอร์แต่ละเครื่องสามารถใช้ซอฟต์แวร์ที่ติดมากับเครื่องได้ หรือสามารถใช้ซอฟต์แวร์ช่วยในการจัดการการเชื่อมต่อ

ภาพที่ 4.5 การเชื่อมต่อเซ็นเซอร์กับคอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 การเก็บข้อมูล

เป็นการทดสอบการสวิงกอล์ฟด้วยเซ็นเซอร์ตรวจจับการเคลื่อนไหวตามที่ได้ออกแบบไว้ ดังนี้

4.3.1 ผู้ทดสอบ

เป็นผู้ทดสอบที่ประกอบไปด้วยคนปรกติ ผู้ป่วย และผู้เชี่ยวชาญการสวิงกอล์ฟ ดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ข้อมูลผู้ทดสอบ

ลำดับ	เพศ	ส่วนสูง (cm.)	น้ำหนัก (kg.)	อายุ (ปี)	อาการบาดเจ็บ
1.	ชาย	171	68	66	ปวดหลังซีกซ้าย นิ้วโป้งขวา
2.	ชาย	175	75	44	เคยเจ็บแขนซ้าย / ข้อศอกซ้ายจากอุบัติเหตุ เน้นการใช้แรงเหวี่ยงจากน้ำหนักไม้
3.	ชาย	171	75	44	สะบักซ้ายจนขึ้นมาที่คอ เอวส่วนขวา (ถนัดซ้าย แต่สามารถเล่นกอล์ฟมือขวา)
4.	ชาย	175	68	44	ปวดหลังส่วนบน
5.	ชาย	168	78	54	ปวดส้นเท้าซ้าย

4.3.2 การทดสอบ

ทำโดยให้ผู้ทดสอบทำการทดสอบการสวิงกอล์ฟ ด้วยอุปกรณ์ที่ออกแบบและพัฒนาขึ้น ทดสอบสวิงกอล์ฟด้วยผู้ทดสอบ 5 คน คนละ 5 ครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 ผลลัพธ์

ลักษณะการสวิงกอล์ฟที่ผู้เล่นได้สวมใส่ชุดอุปกรณ์ตรวจจับการเคลื่อนไหวแล้ว มีลักษณะดังภาพที่ 4.6

(ก) เมื่อเริ่มทำการสวิงกอล์ฟ (ข) ขณะทำการสวิงกอล์ฟ

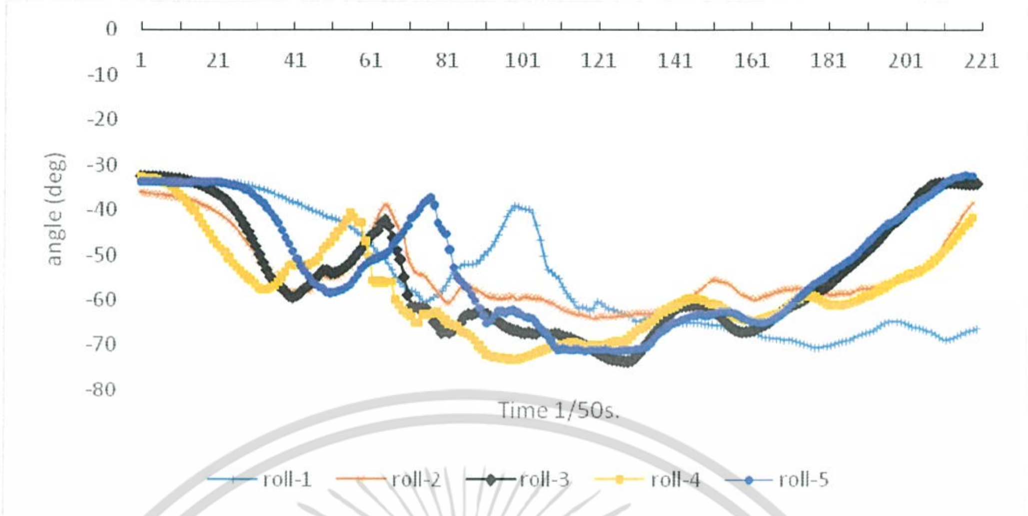
ภาพที่ 4.6 ผู้ทดสอบขณะทำการสวิงกอล์ฟ

ผลลัพธ์ของการจัดเก็บข้อมูลลักษณะการสวิงกอล์ฟ ที่ได้จากชุดอุปกรณ์ตรวจจับการเคลื่อนไหว จะแบ่งออกเป็น 2 ชุด คือ

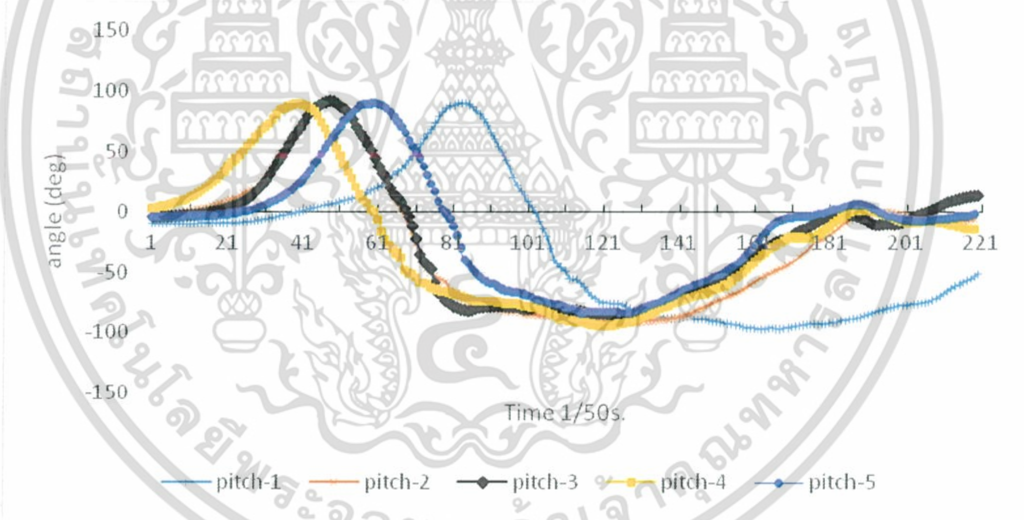
1) ชุดข้อมูลที่กล้ามเนื้อหลังส่วนบน โดยจะแสดงชุดข้อมูล ของข้อมูล roll, pitch และ yaw เป็นลักษณะของกราฟดังภาพที่ 4.7 – 4.9 ตามลำดับ และชุดข้อมูลความเร่งในแนวแกน x แกน y และแกน z เป็นลักษณะของกราฟดังภาพที่ 4.10 – 4.12 ตามลำดับ

2) ชุดข้อมูลที่กล้ามเนื้อหลังส่วนล่าง โดยจะแสดงชุดข้อมูลของ ข้อมูล roll, pitch และ yaw เป็นลักษณะของกราฟดังภาพที่ 4.13 – 4.15 ตามลำดับ และชุดข้อมูลความเร่งในแนวแกน x แกน y และแกน z เป็นลักษณะของกราฟดังภาพที่ 4.16 – 4.18 ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

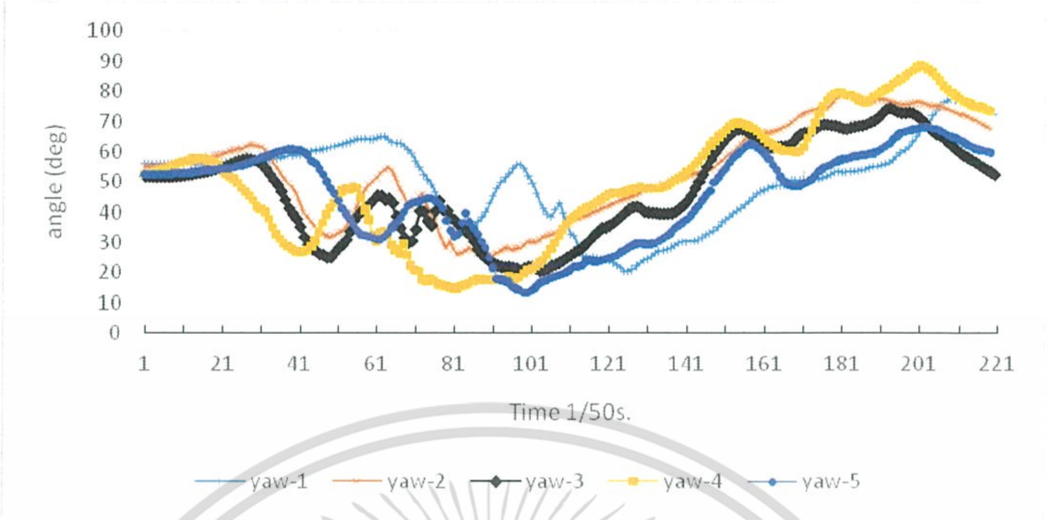


ภาพที่ 4.7 กราฟแสดงข้อมูล roll จากอุปกรณ์ตรวจจับการเคลื่อนไหวที่หลังส่วนบน

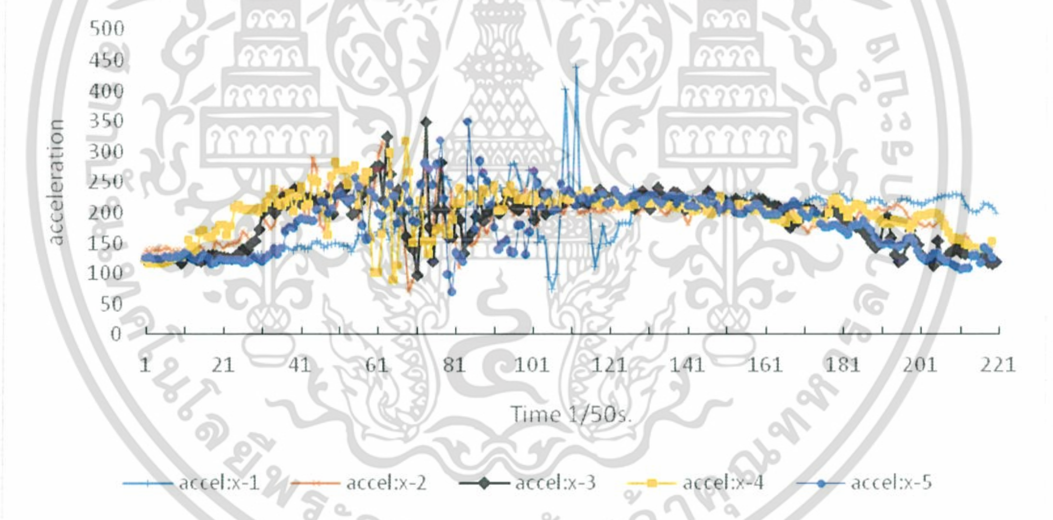


ภาพที่ 4.8 กราฟแสดงข้อมูล pitch จากอุปกรณ์ตรวจจับการเคลื่อนไหวที่หลังส่วนบน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

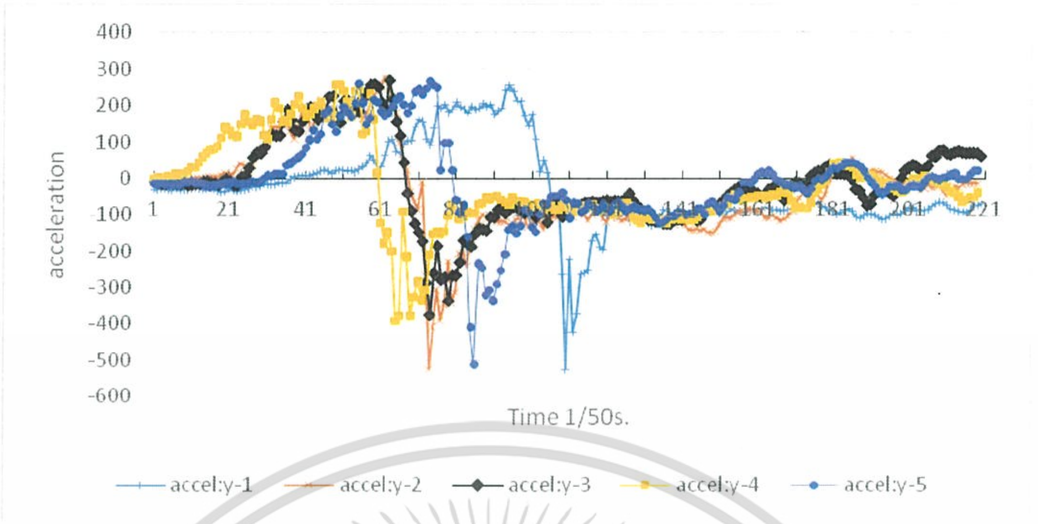


ภาพที่ 4.9 กราฟแสดงข้อมูล yaw จากอุปกรณ์ตรวจจับการเคลื่อนไหวที่หลังส่วนบน

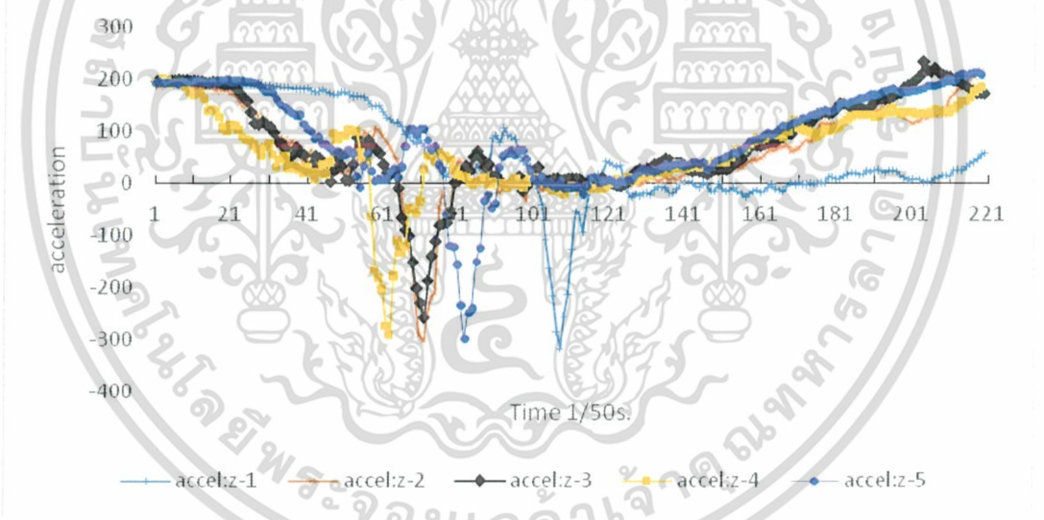


ภาพที่ 4.10 กราฟแสดงข้อมูลความเร่งในแนวแกน x จากอุปกรณ์ตรวจจับการเคลื่อนไหวที่หลังส่วนบน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

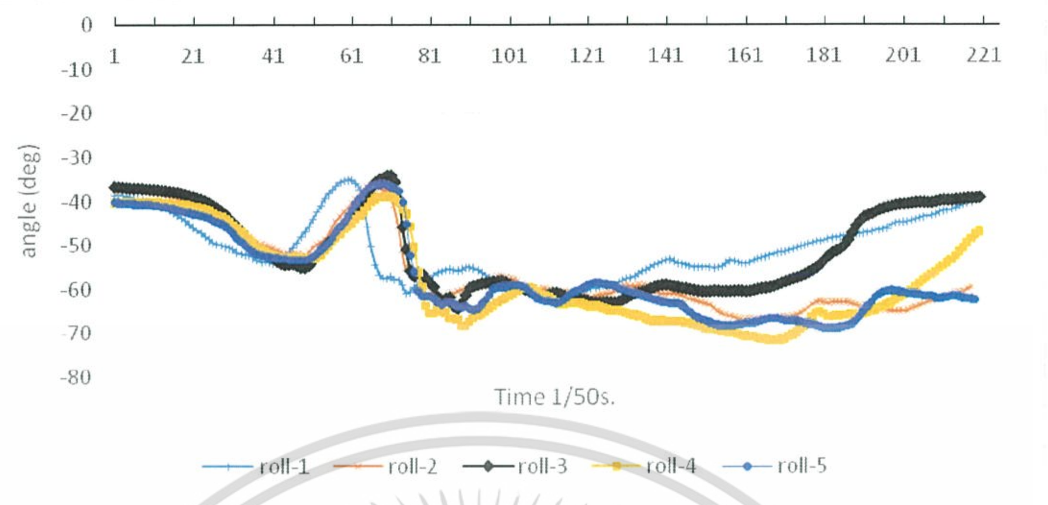


ภาพที่ 4.11 กราฟแสดงข้อมูลความเร่งในแนวแกน y จากอุปกรณ์ตรวจจับการเคลื่อนไหวที่หลังส่วนบน

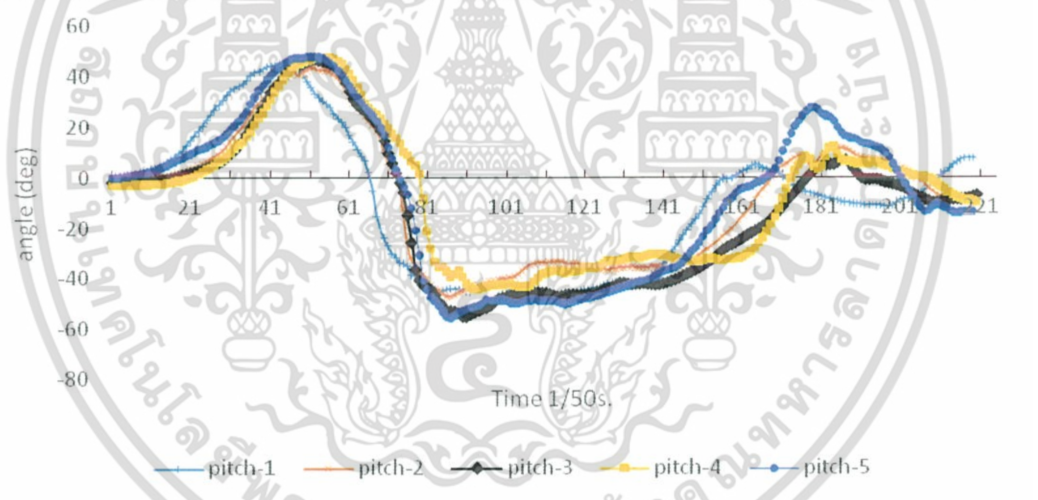


ภาพที่ 4.12 กราฟแสดงข้อมูลความเร่งในแนวแกน z จากอุปกรณ์ตรวจจับการเคลื่อนไหวที่หลังส่วนบน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

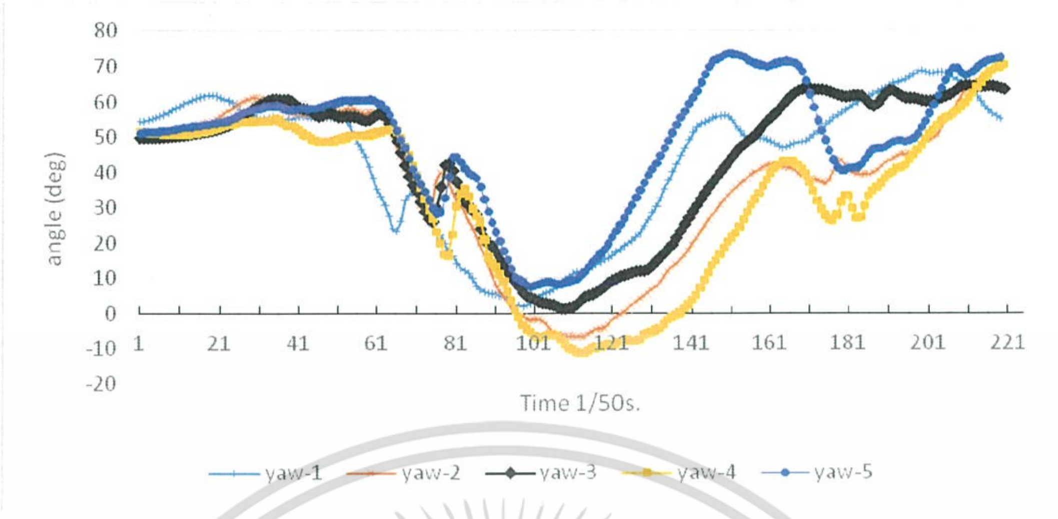


ภาพที่ 4.13 กราฟแสดงข้อมูล roll จากอุปกรณ์ตรวจจับการเคลื่อนไหวที่หลังส่วนล่าง

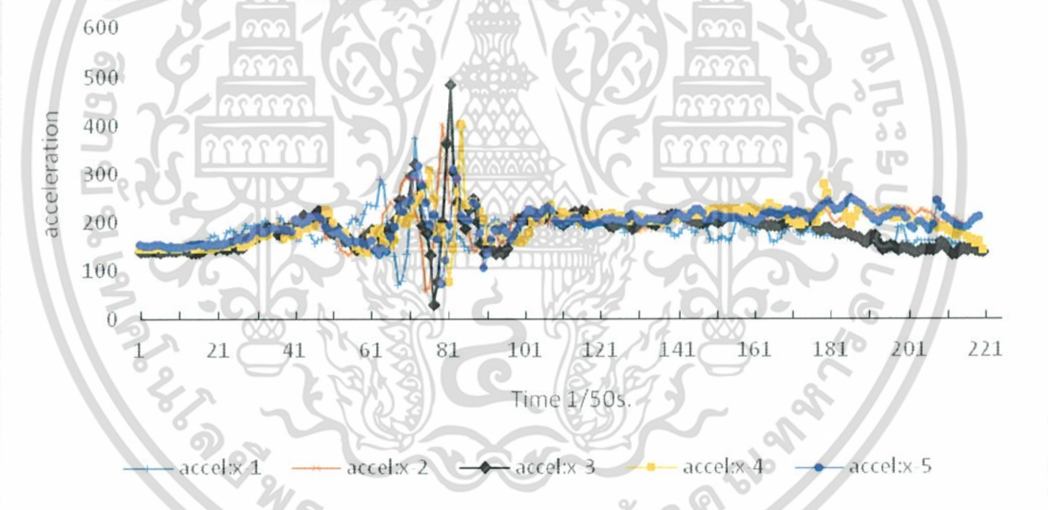


ภาพที่ 4.14 กราฟแสดงข้อมูล pitch จากอุปกรณ์ตรวจจับการเคลื่อนไหวที่หลังส่วนล่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

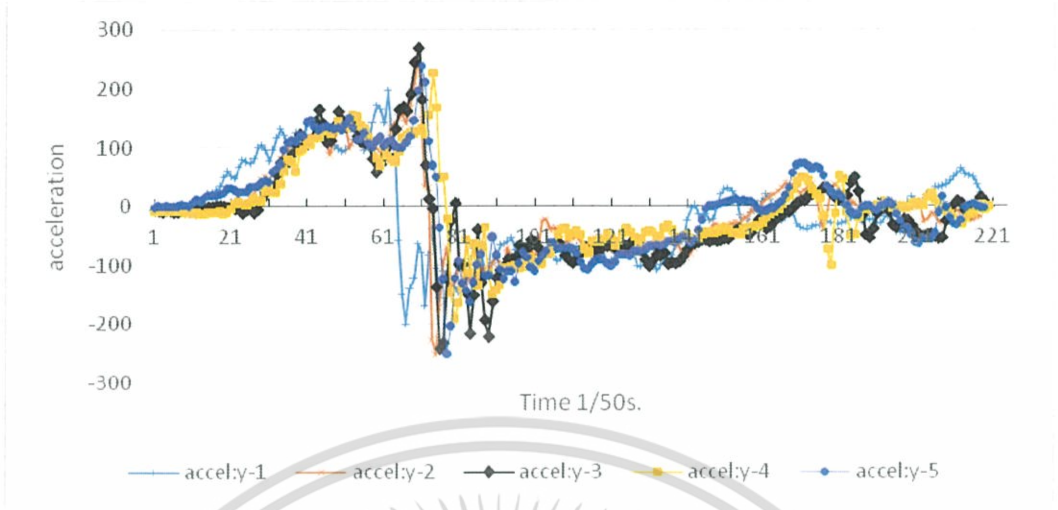


ภาพที่ 4.15 กราฟแสดงข้อมูล yaw จากอุปกรณ์ตรวจจับการเคลื่อนไหวที่หลังส่วนล่าง

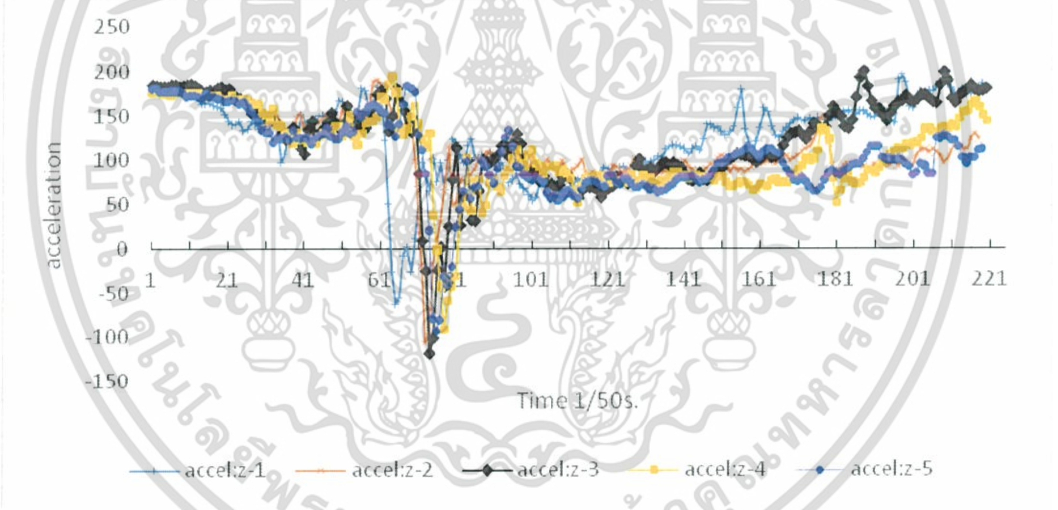


ภาพที่ 4.16 กราฟแสดงข้อมูลความเร่งในแนวแกน x จากอุปกรณ์ตรวจจับการเคลื่อนไหวที่หลังส่วนล่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.17 กราฟแสดงข้อมูลความเร่งในแนวแกน y จากอุปกรณ์ตรวจจับการเคลื่อนไหวที่หลังส่วนล่าง



ภาพที่ 4.18 กราฟแสดงข้อมูลความเร่งในแนวแกน z จากอุปกรณ์ตรวจจับการเคลื่อนไหวที่หลังส่วนล่าง

จากภาพที่ 4.7 ถึง 4.18 แสดงข้อมูลการสวิง 5 ครั้งที่ได้จากผู้ทดสอบ 1 คนแบ่งเป็น 2 ส่วนคือ ข้อมูลจากอุปกรณ์ตรวจจับการเคลื่อนไหวที่กล้ามเนื้อหลังส่วนบนและส่วนล่าง อุปกรณ์แต่ละชิ้นให้ข้อมูลการบิดหมุน roll, pitch และ yaw ในรูปแบบขององศาการเอียง และข้อมูลความเร่งในแกน x, y และ z

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลองแสดงให้เห็นลักษณะการสวิงรูปแบบต่างๆ ที่มีความเสี่ยงที่จะเกิดอาการบาดเจ็บดังตารางที่ 4.1 จากผลดังกล่าว ชี้ให้เห็นลักษณะการออกแรงและการบิดหมุนของลำตัว ส่งผลต่อการทำงานของกล้ามเนื้อหลัง ทั้งส่วนบนและส่วนล่าง เอว และไหล่ หากมีการเคลื่อนไหวที่วัดได้ใกล้เคียงกับรูปแบบการเคลื่อนไหวที่มีความเสี่ยงในการบาดเจ็บ 70% ขึ้นไป พบว่ามีความเสี่ยงในการเกิดการบาดเจ็บในขั้นต้น และหากใช้การสวิงรูปแบบเดิม จะทำให้เกิดอาการบาดเจ็บเฉพาะส่วนได้

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.1.1 กลุ่มเป้าหมาย

ประกอบด้วย

1) อาจารย์กายภาพบำบัด ที่มีประสบการณ์ด้านการสอนทางด้านระบบประสาทมาไม่น้อยกว่า 3 ปี จำนวน 4 คน
2) ผู้ป่วยที่มีอาการปวดหลังซีกซ้าย นิ้วโป้งขวา เคยเจ็บแขนซ้าย / ข้อศอกซ้าย จากอุบัติเหตุ เน้นการใช้แรงเหวี่ยงจากน้ำหนักไม้สะบักซ้ายจนขึ้นมาที่คอ เอวส่วนขวา (ถนัดซ้าย แต่สามารถเล่นกอล์ฟมือขวา) ปวดหลังส่วนบนและปวดส้นเท้าซ้าย จำนวน 5 คน

5.1.2 สถานที่ดำเนินการทดสอบ

1) คณะกายภาพบำบัด มหาวิทยาลัยรังสิต จ.ปทุมธานี
2) คลินิกกายภาพบำบัด / แผนกกายภาพบำบัด / ศูนย์กีฬา

5.1.3 ขั้นตอนการดำเนินงาน

กลุ่มเป้าหมายทั้งหมดจะได้รับคำอธิบายถึงขั้นตอนการดำเนินงานในการเก็บข้อมูลการทดสอบทั้งหมด วิธีการใช้อย่างละเอียดและทดสอบการสวิงกอล์ฟ จำนวน 5 ครั้ง กลุ่มเป้าหมายจะได้รับคำอธิบายเกี่ยวกับขั้นตอนการทำงาน จนเป็นที่เข้าใจและทำการทดสอบสวิงกอล์ฟด้วยท่ามาตรฐาน

5.1.4 ผลการดำเนินงาน

แบ่งเป็น 2 ด้านคือ

1) ด้านที่ 1: ความเหมาะสมของแบบแผนการฝึกตามหลักวิชาการ

ถูกประเมินโดยอาจารย์กายภาพบำบัดจำนวน 4 คน

<u>จุดแข็ง</u>

- มีความถูกต้องตามหลักวิชาการในการวัดการทำงานประสานกันของกล้ามเนื้อหลังส่วนบนและส่วนล่างด้วยอุปกรณ์ตรวจจับการเคลื่อนไหว
- การออกแบบชุดสวมใส่เพื่อวัดการเคลื่อนไหว สามารถเคลื่อนไหวได้สะดวก คล่องแคล่ว ไม่อึดอัดอยู่ในเกณฑ์ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ลักษณะข้อมูลที่ได้จากการวัดอยู่ในเกณฑ์ดีเนื่องจากเลือกใช้อุปกรณ์ส่งข้อมูลแบบไร้สายด้วยความถี่และความละเอียดที่เหมาะสม

จุดที่ต้องพัฒนาเพิ่ม

- เพิ่มการวัดการบิดหมุนของศีรษะและข้อมือเพื่อดูการบิดหมุนของกระดูกสันหลังทั้งหมด และการออกแรงที่มือ มีข้อสันนิฐานว่าแรงที่ข้อมือสามารถบอกลักษณะการบาดเจ็บที่ข้อศอกและไหล่ได้
- ปรับการเชื่อมต่อของอุปกรณ์ตรวจจับการเคลื่อนไหวให้เสถียรมากขึ้น

2) ด้านที่ 2 : ด้านความพึงพอใจของผู้ทดสอบ

ถูกประเมินโดยผู้ทดสอบจำนวน 5 ราย พบว่าผู้ทดสอบมีความพึงพอใจในชุดอุปกรณ์ ในแง่ของการสวมใส่ขณะสวิงในเกณฑ์ดี แต่ในด้านการเชื่อมต่อสัญญาณของอุปกรณ์อยู่ในเกณฑ์ปานกลาง

สรุปภาพรวมจากการทดสอบเครื่องมือและอุปกรณ์พบว่า ชุดอุปกรณ์ตรวจจับการเคลื่อนไหวนี้ มีความน่าสนใจทั้งในรูปแบบและหลักแนวคิด ของการประยุกต์เทคโนโลยีที่สามารถจัดหาได้ภายในประเทศ รวมทั้งเนื้อหาและการออกแบบสอดคล้องกับแนวการฝึกผู้ป่วยทางกายภาพบำบัด ถือได้ว่าเป็นเครื่องมือที่มีประโยชน์อย่างมากทางวิทยาศาสตร์การกีฬา และเป็นอีกหนึ่งทางเลือกให้กับนักกายภาพบำบัด หรือบุคลากรทางการแพทย์เพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการรักษา และเพิ่มทักษะให้กับนักกีฬาได้เป็นอย่างดี

5.2 ข้อเสนอแนะ

งานวิจัยนี้เหมาะสำหรับการประยุกต์ในแง่ของการวิเคราะห์การเคลื่อนไหว และสามารถปรับใช้กับกีฬาชนิดอื่นๆ ได้ เช่น เทนนิส เบสบอล ปิงปอง หรือกีฬาอื่นๆ ที่มีลักษณะของการเคลื่อนไหวที่มีรูปแบบ แต่มีข้อจำกัดในเรื่องของสภาพแวดล้อม เพราะเซ็นเซอร์ชนิดนี้ไม่สามารถใช้ได้กับกีฬาทางน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] W. Kimpan, N. Rientrakulchai and W. Tangwongcharoen. (2013). *Pattern Analysis of Golf Swing Using Motion Sensors*. Proceeding 0f 2013 3rd International Conference on Computer Engineering and Bioinformatics (ICCEB 2013). Bangkok, Thailand. 2013.

[2] ไอศูรย์ ศิริขันธ์. 2556. *เชียงใหม่กอล์ฟเซอร์วิส* (ออนไลน์). แหล่งที่มา : http://www.golfprojack.com/. 1 มิถุนายน 2557

[3] โรงพยาบาลบำรุงราษฎร์. 2557. *อาการบาดเจ็บ 6 ประการ ที่พบได้บ่อยในนักกอล์ฟสมัครเล่น* (ออนไลน์). แหล่งที่มา : http://www.bumrungrad.com/doctor-golf/th/contents/injuries.aspx. 1 มิถุนายน 2557

[4] ไม่ระบุนามผู้แต่ง. 22 ตุลาคม 2556. *ไจโรสโคป* (ออนไลน์). แหล่งที่มา : http://th.wikipedia.org/wiki/. 22 พฤศจิกายน 2556

[5] Biomedical Engineering. 13กรกฎาคม 2554. *Accelerometer* (ออนไลน์). แหล่งที่มา : http://bme231metrology.blogspot.com/2011/07/accelerometer-iphone-accelerometer.html. 22 พฤศจิกายน 2556

[6] GuRuu. 29 พฤศจิกายน 2552. *Magnetometer* (ออนไลน์). แหล่งที่มา : http://guru.sanook.com/answer/question/magnetometer/. 22 พฤศจิกายน 2556

[7] วิสันต์ ตั้งวงษ์เจริญ. (2556).*รายงานการวิจัยการพัฒนาชุดฝึกการทรงตัวด้วยอุปกรณ์ตรวจจับการเคลื่อนไหว*.รายงานประจำปี 2556 สำนักงานวิจัยแห่งชาติ (วช.). กรุงเทพฯ.

[8] กฤษณ์ เตตานนทร์สกุล.2556.*บลูทูธ "ฟันสีฟ้า" เทคโนโลยีไร้สายสำหรับอนาคต* (ออนไลน์). แหล่งที่มา : http://www.siamphone.com/news/bluetooth/page.htm. 22 พฤศจิกายน 2556

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก. คู่มือการใช้งานโปรแกรมชุดฝึก

โปรแกรมชุดวิเคราะห์กล้ามเนื้อที่บาดเจ็บจากการตีกอล์ฟ แบ่งออกเป็น 2 ส่วนสำคัญ ดังนี้

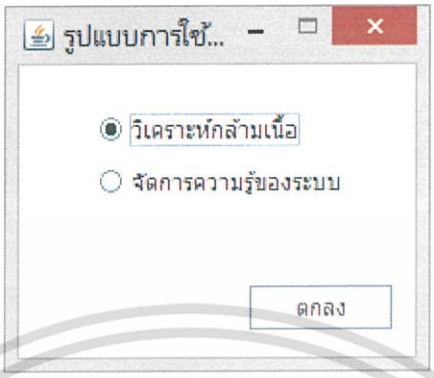
1) ส่วนวิเคราะห์กล้ามเนื้อ
2) ส่วนจัดการความรู้ระบบ

ขั้นตอนแรก เมื่อเริ่มโปรแกรม ต้องทำการ Login ก่อน ซึ่งในที่นี้จะเข้าระบบโดยการใช้ User: admin Password: 1111 ดังภาพที่ ก.1

ภาพที่ ก.1 หน้าจอเพื่อเข้าสู่ระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อ Login สำเร็จแล้ว จะมีหน้าจอให้เลือกรูปแบบการใช้งาน ดังแสดงในภาพที่ ก.2



ภาพที่ ก.2 หน้าจอเพื่อเลือกรูปแบบการใช้งาน

จากภาพที่ ก.2 จะปรากฏตัวเลือกให้ 2 ตัวเลือก คือส่วนวิเคราะห์กล้ามเนื้อ และส่วนจัดการความรู้ระบบ มีรายละเอียดการใช้งานดังนี้

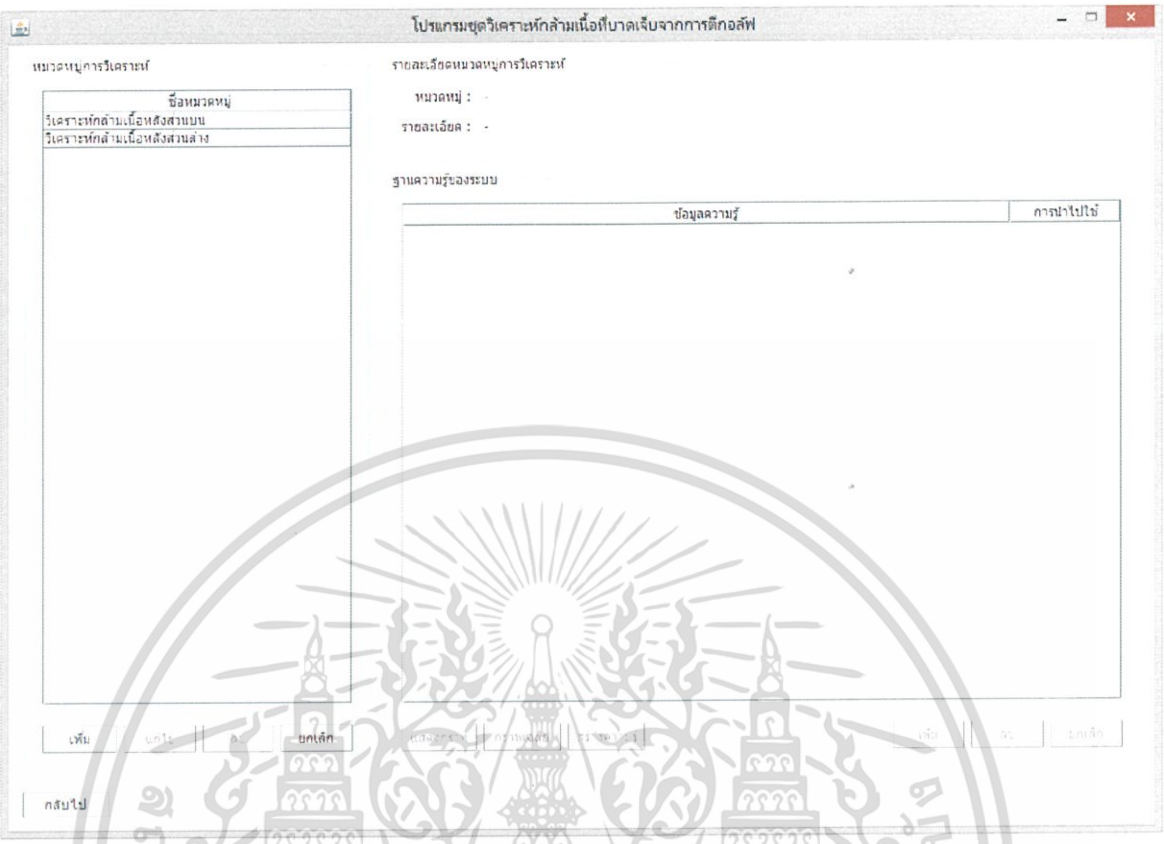
ก.1 การใช้งานส่วนจัดการความรู้ระบบ

การใช้งานส่วนนี้เป็นการเพิ่มความรู้ให้แก่ระบบ เพื่อใช้วิเคราะห์ มีหน้าจอหลักแสดงดังภาพที่ ก.3

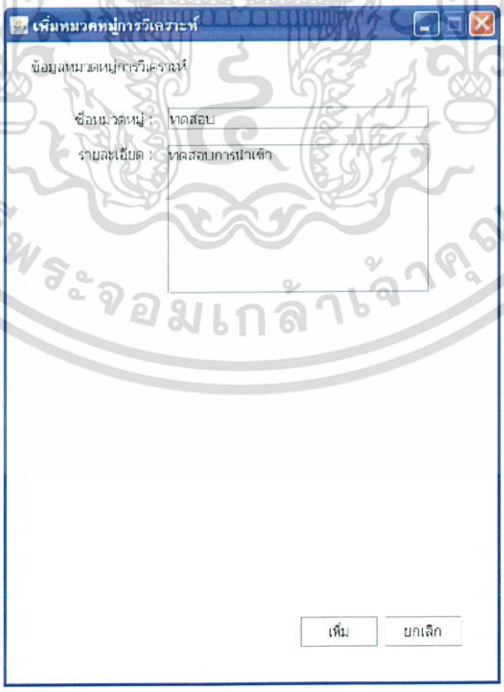
เมื่อเข้าสู่หน้าจอนี้ จะปรากฏตาราง 2 ตาราง ตารางด้านซ้ายเป็นตารางหมวดหมู่การวิเคราะห์ ทางด้านขวาเป็นฐานความรู้ที่ใส่ให้แก่หมวดหมู่หัวข้อนั้นๆ ขั้นแรกจะต้องเพิ่มหัวข้อให้ระบบก่อน โดยการเพิ่มทางด้านซ้าย

เมื่อกดเพิ่มแล้ว จะมีหน้าจอเล็กๆ ปรากฏขึ้นมา ให้ผู้ใช้ใส่ชื่อหมวดหมู่ และรายละเอียดเกี่ยวกับหมวดหมู่นั้นๆ ดังแสดงในภาพที่ ก.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



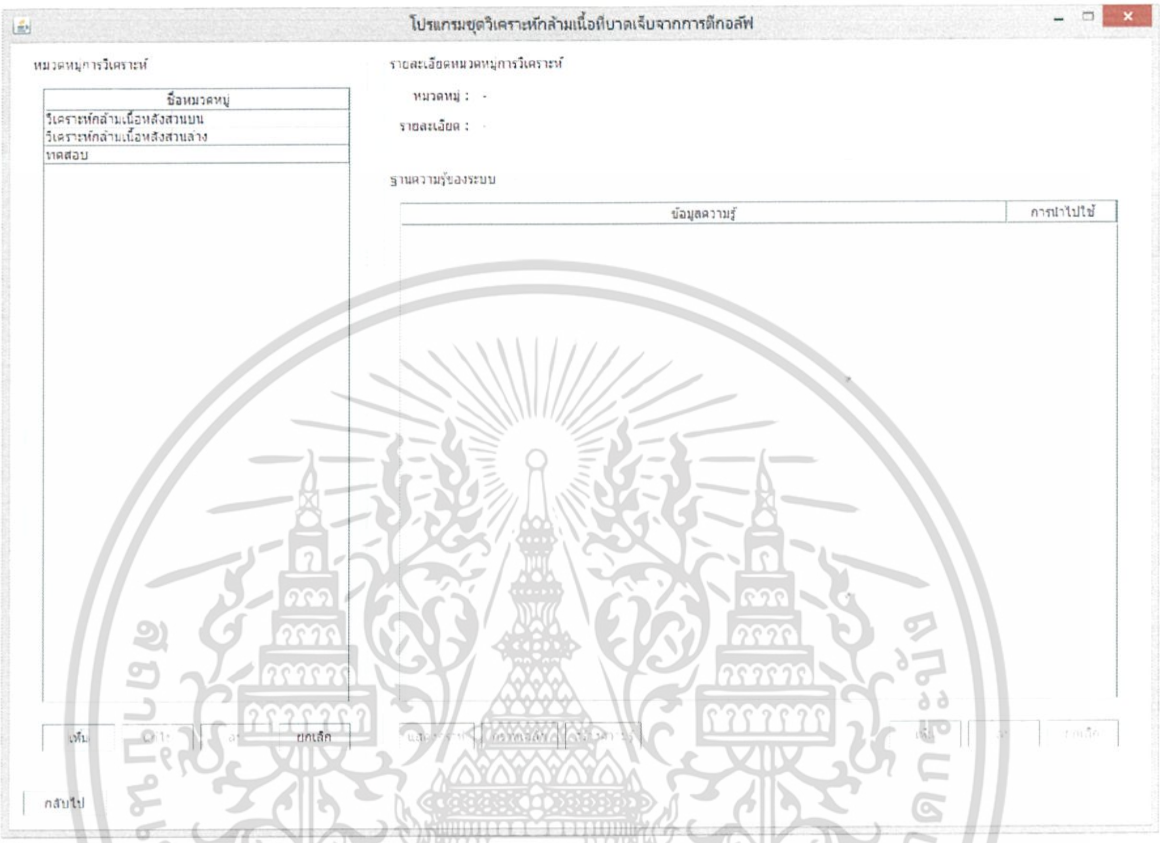
ภาพที่ ก.3 หน้าจอเพื่อเพิ่มความรู้ให้แก่ระบบ



ภาพที่ ก.4 หน้าจอใส่ชื่อหมวดหมู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

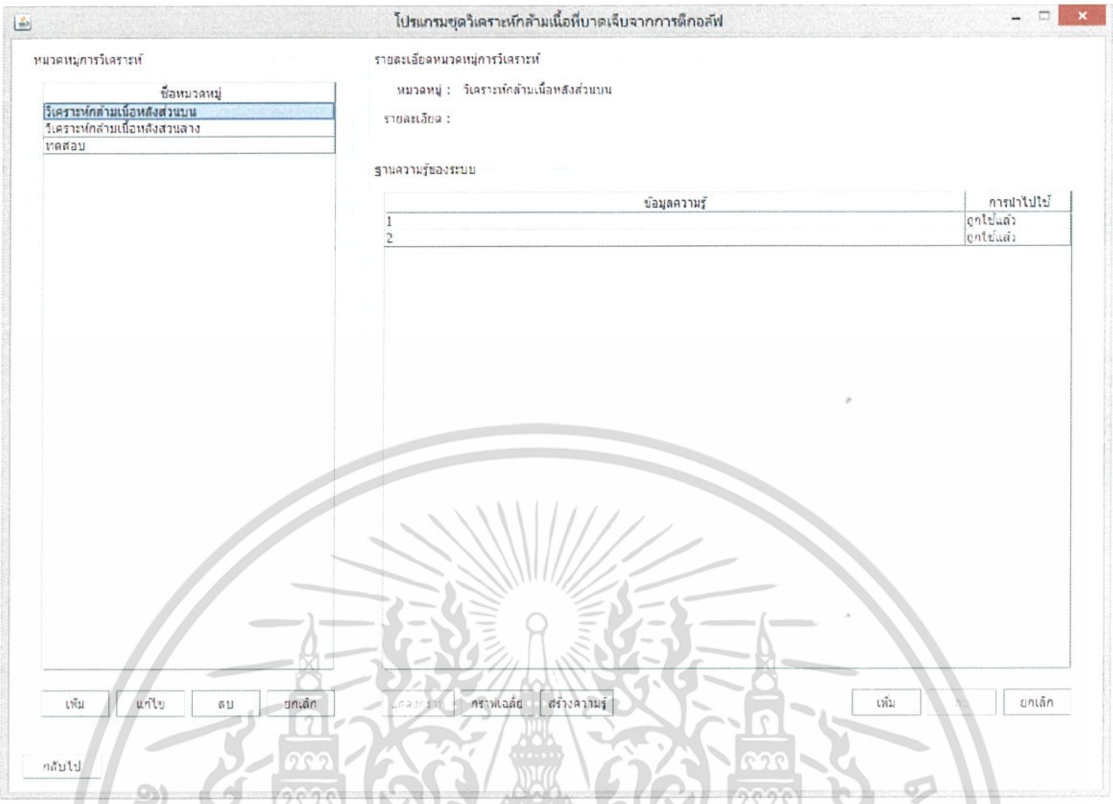
เมื่อเพิ่มสำเร็จเรียบร้อยแล้ว จะปรากฏข้อมูลของหมวดหมู่การวิเคราะห์ทางด้านซ้ายมือดังแสดงในภาพที่ ก.5



ภาพที่ ก.5 หน้าจอหมวดหมู่ที่เพิ่มเข้าสู่ระบบ

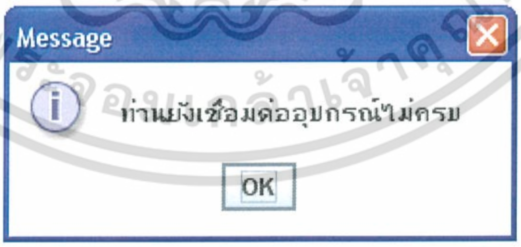
เมื่อสร้างหมวดหมู่เสร็จสิ้นแล้ว ต้องให้ความรู้กับหมวดหมู่นั้นๆด้วย โดยการกดที่ชื่อหมวดหมู่แล้วจะสามารถกดปุ่มเพิ่มได้ จะปรากฏดังภาพที่ ก.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ ก.6 หน้าจอการนำข้อมูลความรู้ไปใช้

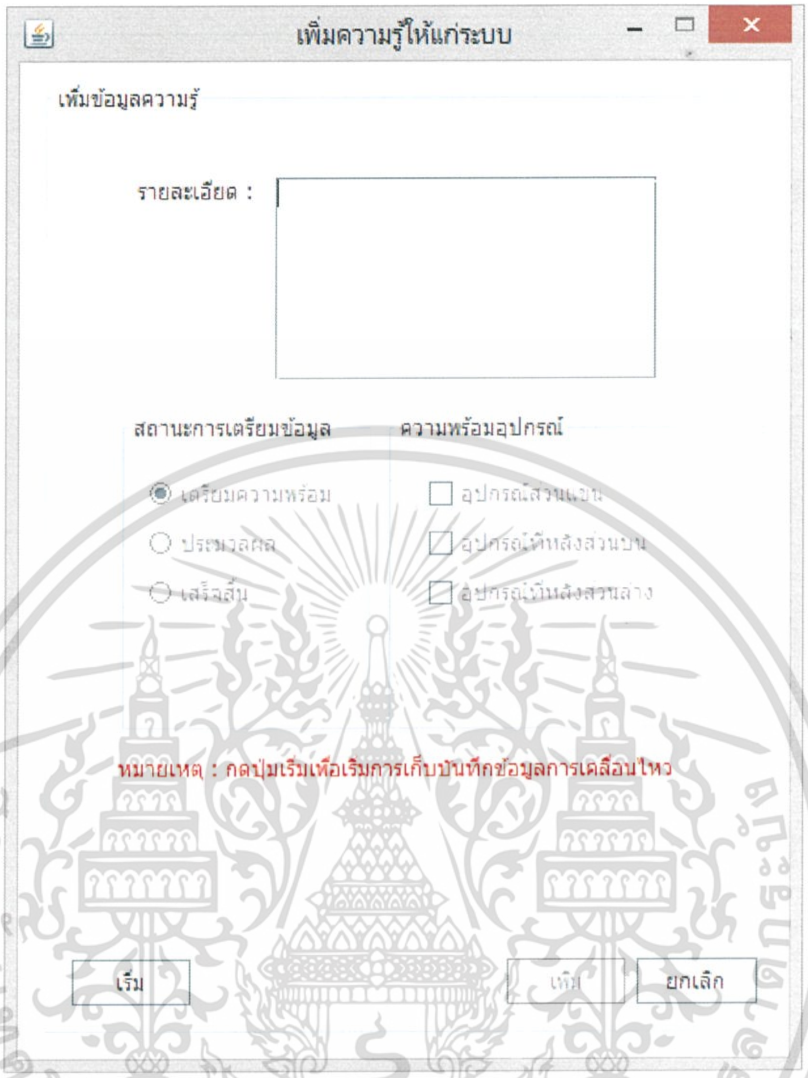
จากภาพที่ ก.6 ผู้ใช้สามารถเพิ่มความรู้ให้แก่ระบบ ด้วยการกดเพิ่มใต้ตารางฐานความรู้ของระบบ หากท่านเชื่อมต่ออุปกรณ์ไม่ครบ จะปรากฏ Dialog ดังภาพที่ ก.7



ภาพที่ ก.7 หน้าจอการแจ้งเตือนกรณีเชื่อมต่ออุปกรณ์ไม่ครบ

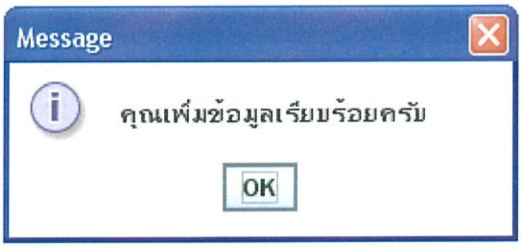
หากเชื่อมต่อครบแล้ว จะปรากฏหน้าจอดังแสดงในภาพที่ ก.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



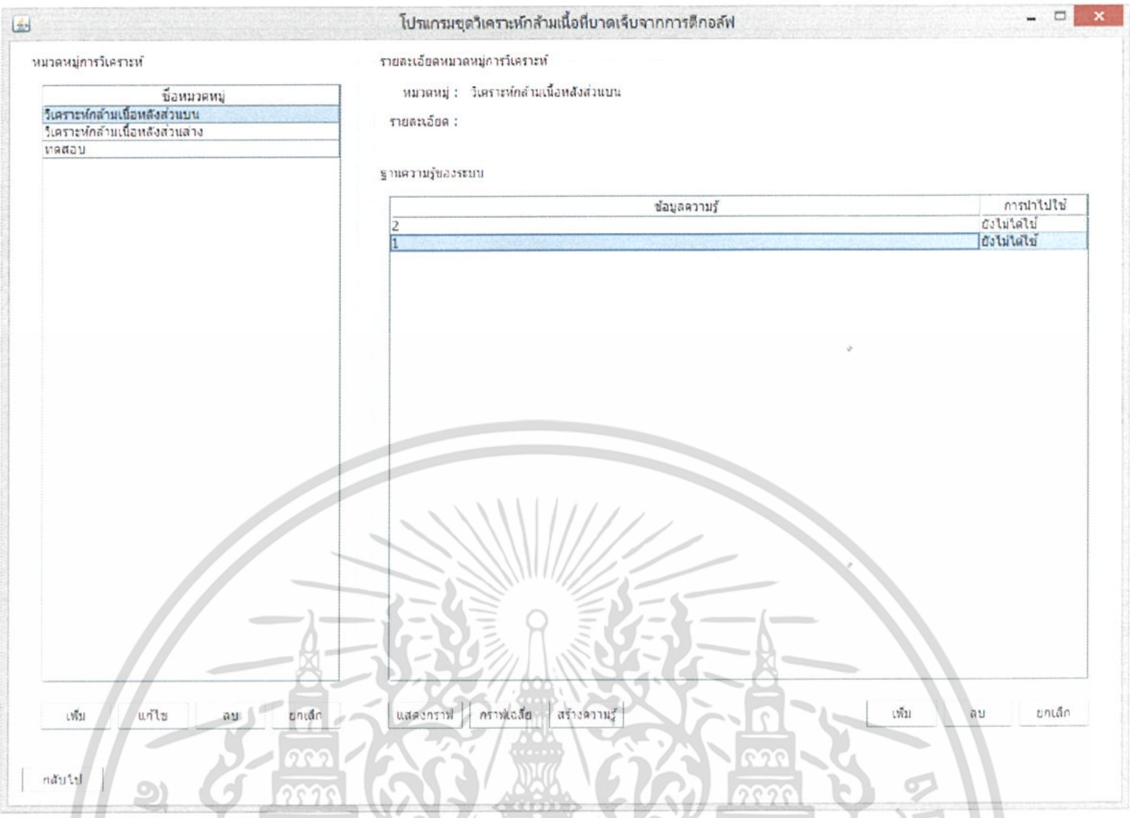
ภาพที่ ก.8 หน้าจอใส่รายละเอียดการเพิ่มความรู้

เมื่อเพิ่มความรู้เรียบร้อยแล้วจะปรากฏหน้าจอดังภาพที่ ก.9 และผลลัพธ์การบันทึกจะแสดงดังภาพที่ ก.10



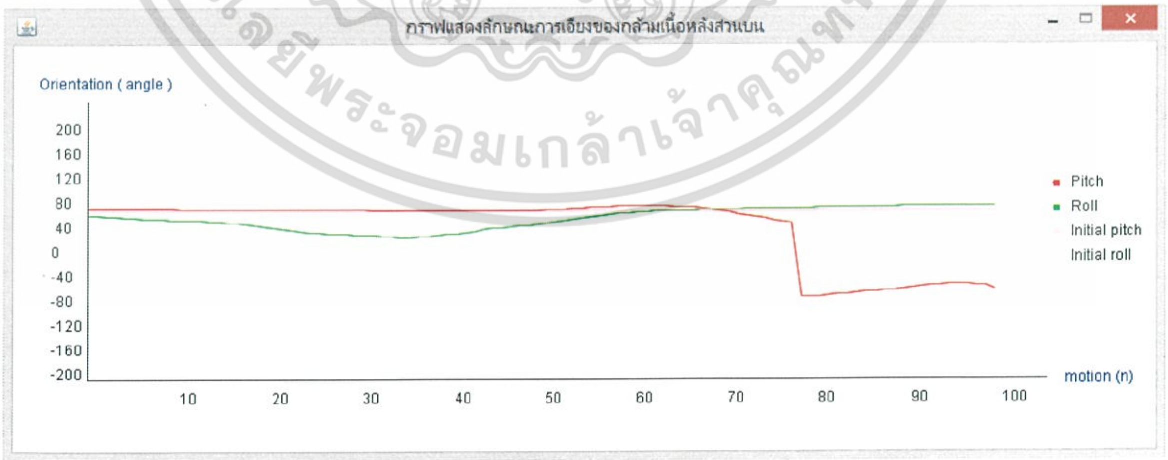
ภาพที่ ก.9 หน้าจอข้อความแจ้งการเพิ่มความรู้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



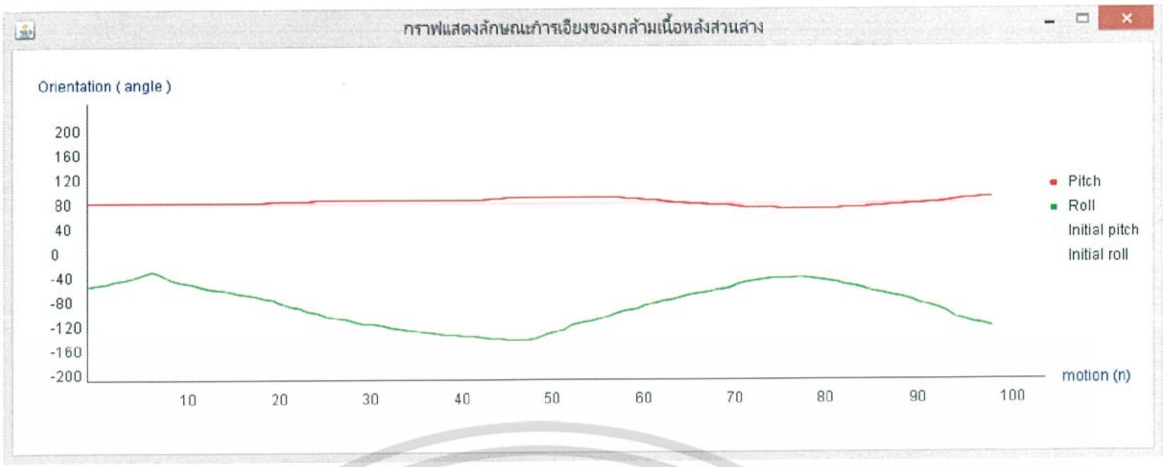
ภาพที่ ก.10 หน้าจอแสดงผลลัพธ์การบันทึกข้อมูล

เมื่อกดปุ่ม “แสดงกราฟ” จะสามารถดูการเคลื่อนไหวที่ผู้ใช้ได้บันทึกไว้ ดังแสดงในตัวอย่างภาพที่ ก.11 และ ก.12



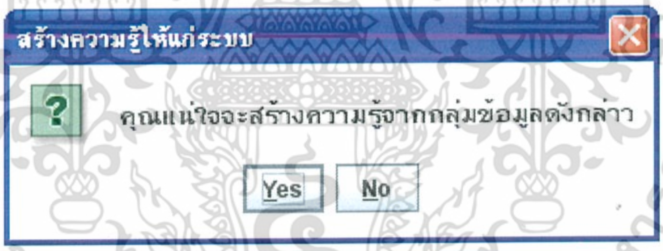
ภาพที่ ก.11 หน้าจอแสดงกราฟการเคลื่อนไหวที่กล้ามเนื้อหลังส่วนบน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

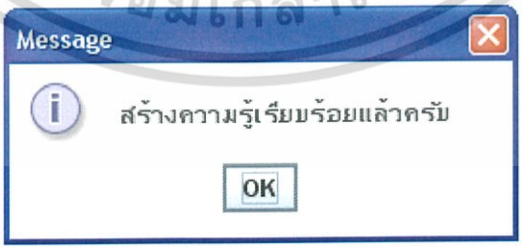


ภาพที่ ก.12 หน้าจอแสดงกราฟการเคลื่อนไหวที่กล้ามเนื้อหลังส่วนล่าง

จากภาพที่ ก.10 จะเห็นว่าทางด้านขวาของตารางข้อมูลความรู้ ช่องการนำไปใช้ จะปรากฏว่า ยังไม่ได้ใช้ เพราะเป็นความรู้ที่ยังไม่ถูกนำไปสร้างรวมกับความรู้อื่นๆ ในหมวดเดียวกัน ผู้ใช้สามารถสร้างความรู้ให้แก่ระบบได้โดยการกดปุ่ม "สร้างความรู้" จากนั้นจะปรากฏข้อความแจ้งเตือนดังแสดงในภาพที่ ก.13 และภาพที่ ก.14



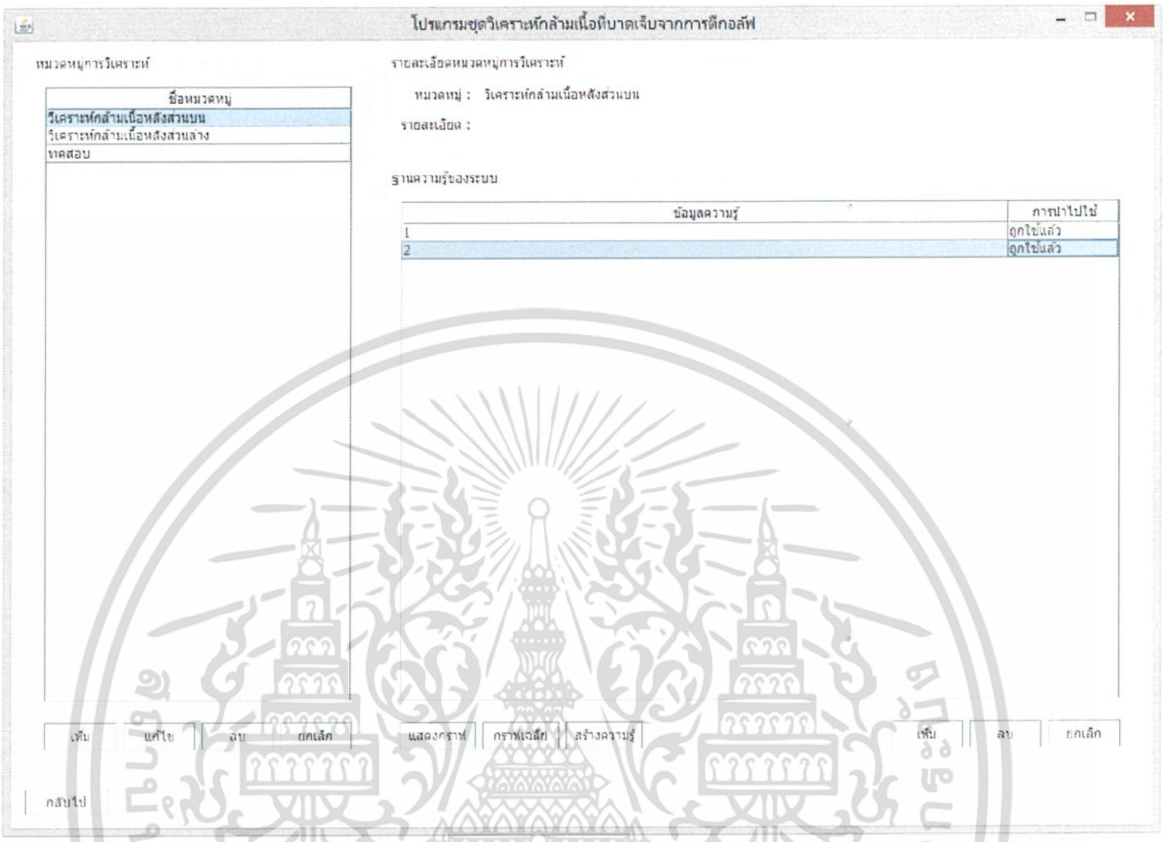
ภาพที่ ก.13 หน้าจอการแจ้งเตือนการสร้างความรู้



ภาพที่ ก.14 หน้าจอแจ้งการสร้างความรู้เรียบร้อยแล้ว

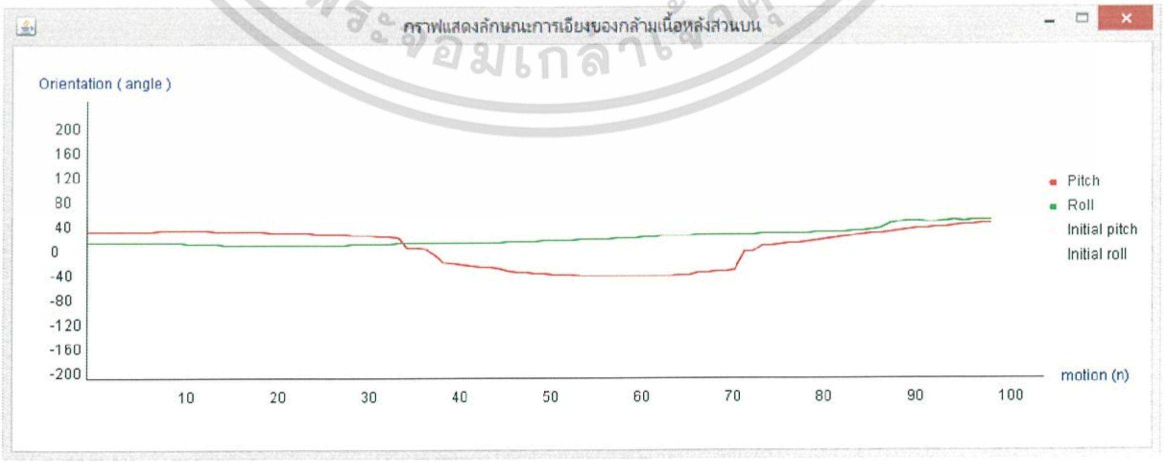
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลลัพธ์การสร้างความรู้จะแสดงดังภาพที่ ก.15



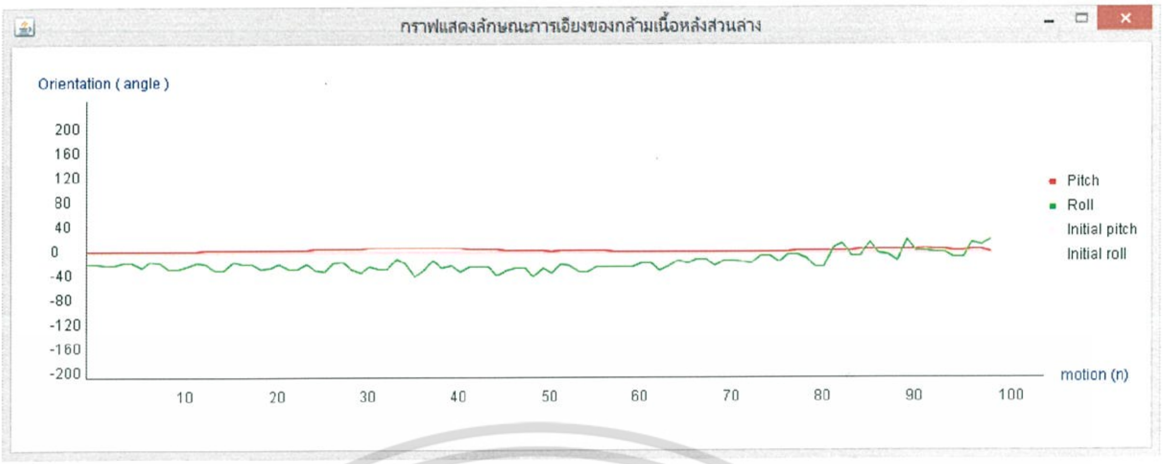
ภาพที่ ก.15 หน้าจอผลลัพธ์การสร้างความรู้

จากนั้นผู้ใช้สามารถ กดที่ปุ่ม “กราฟเฉลี่ย” เพื่อดูค่าเฉลี่ยของกราฟ เมื่อรวมกับข้อมูลอื่นในหมวดหมู่เดียวกันแล้ว จะปรากฏกราฟดังแสดงในภาพที่ ก.16 และภาพที่ ก.17



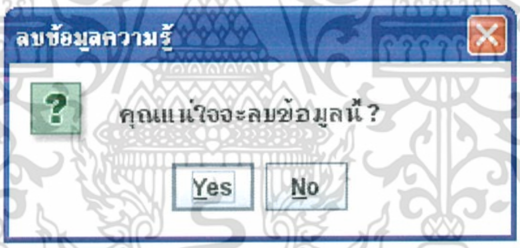
ภาพที่ ก.16 หน้าจอแสดงกราฟเฉลี่ยการเคลื่อนไหวที่กล้ามเนื้อหลังส่วนบน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

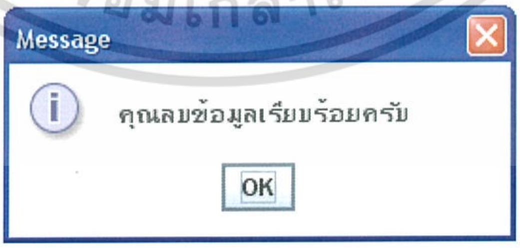


ภาพที่ ก.17 หน้าจอแสดงกราฟเฉลี่ยการเคลื่อนไหวที่กล้ามเนื้อหลังส่วนล่าง

หากไม่ต้องการให้ความรู้นั้นๆ มีผลกับค่าเฉลี่ยของความรู้เมื่อนำมาเฉลี่ย ก็สามารถลบออกได้โดยกดที่ปุ่ม "ลบ" และกดปุ่ม "สร้างความรู้" ใหม่อีกครั้ง เพื่อทำการคำนวณและบันทึกค่าล่าสุด ซึ่งโปรแกรมจะแสดงหน้าต่างข้อความ เพื่อเตือนการลบข้อมูล ดังแสดงในภาพที่ ก.18 และภาพที่ ก.19



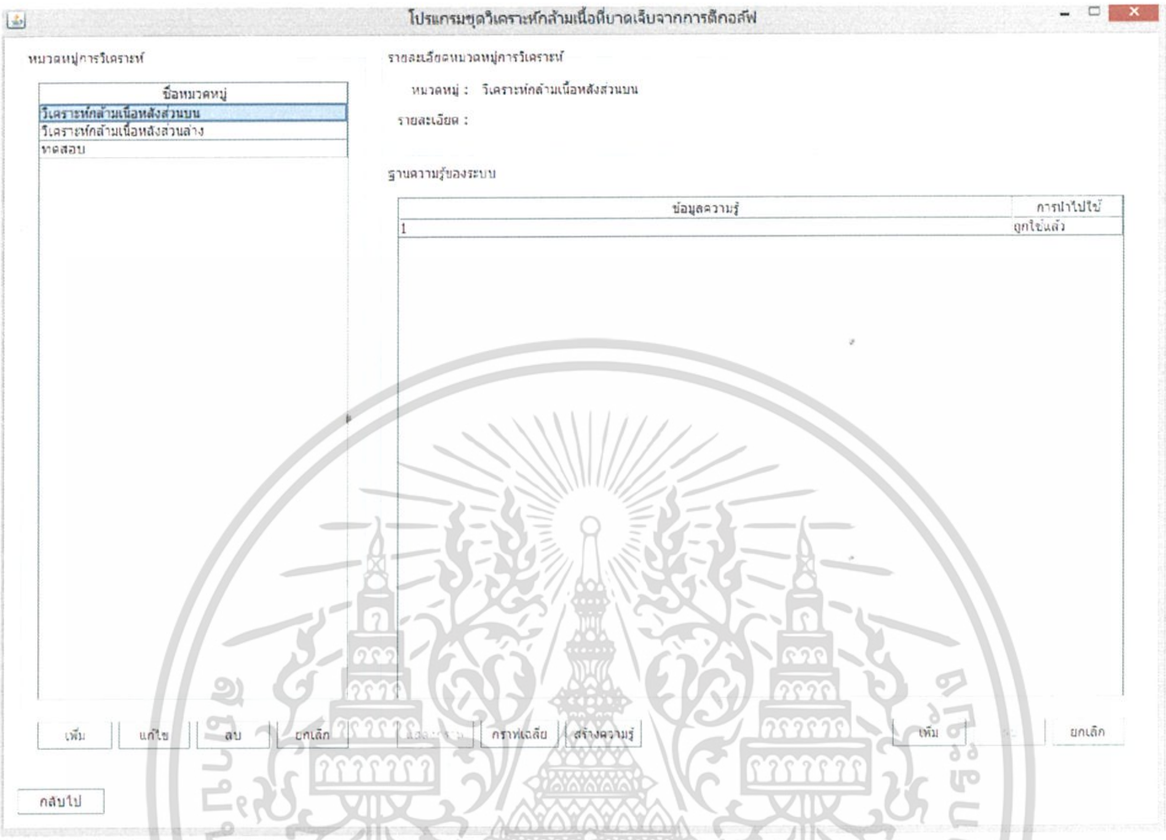
ภาพที่ ก.18 หน้าจอการแจ้งเตือนการลบข้อมูล



ภาพที่ ก.19 หน้าจอแจ้งเตือนการลบข้อมูลเรียบร้อยแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลลัพธ์การลบข้อมูล จะแสดงดังภาพที่ ก.20

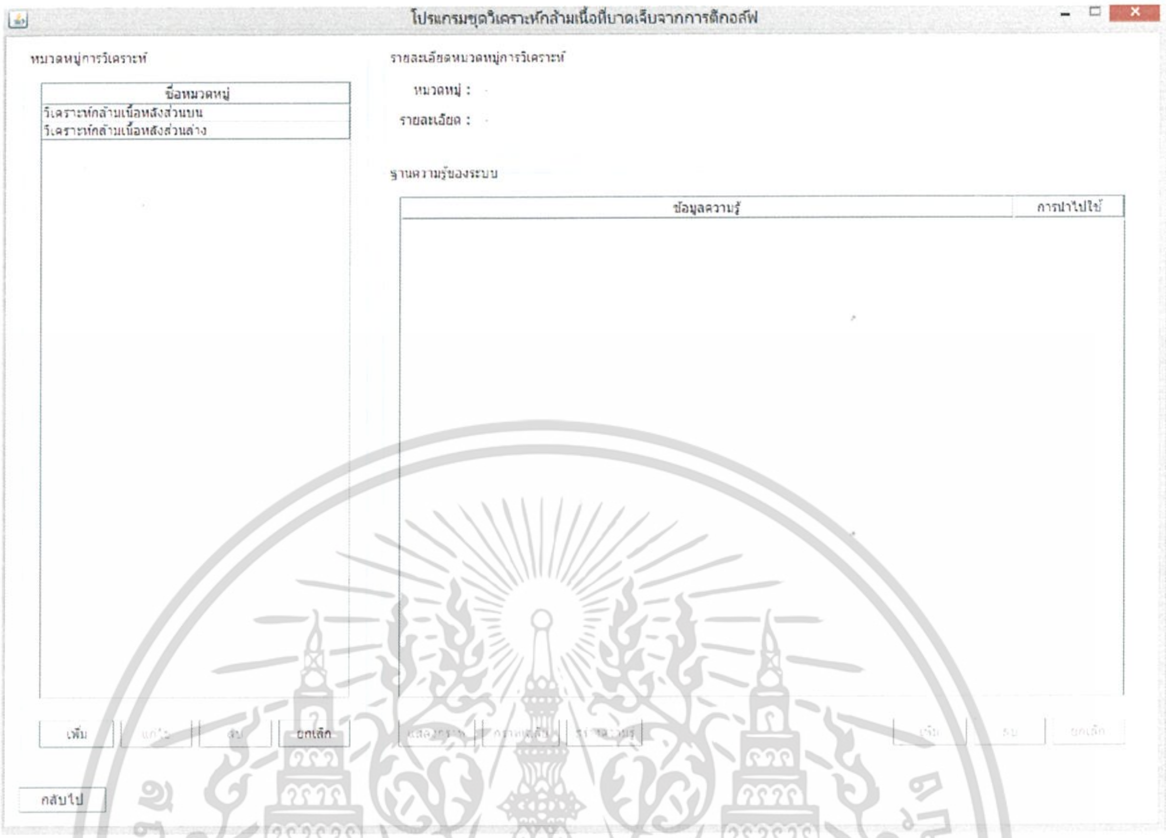


ภาพที่ ก.20 หน้าจอการลบข้อมูลทั้งหมวดหมู่

หากต้องการลบข้อมูลทั้งหมวดหมู่ สามารถกดที่ปุ่ม “ลบ” ที่ตารางในภาพที่ ก.20 ทางด้านซ้ายมือ โปรแกรมจะแสดงหน้าต่างข้อความ เพื่อเตือนการลบข้อมูล ดังแสดงในภาพที่ ก.18 และภาพที่ ก.19 เช่นเดียวกัน

ผลลัพธ์การลบข้อมูลหมวดหมู่การวิเคราะห์แสดงในภาพที่ ก.21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

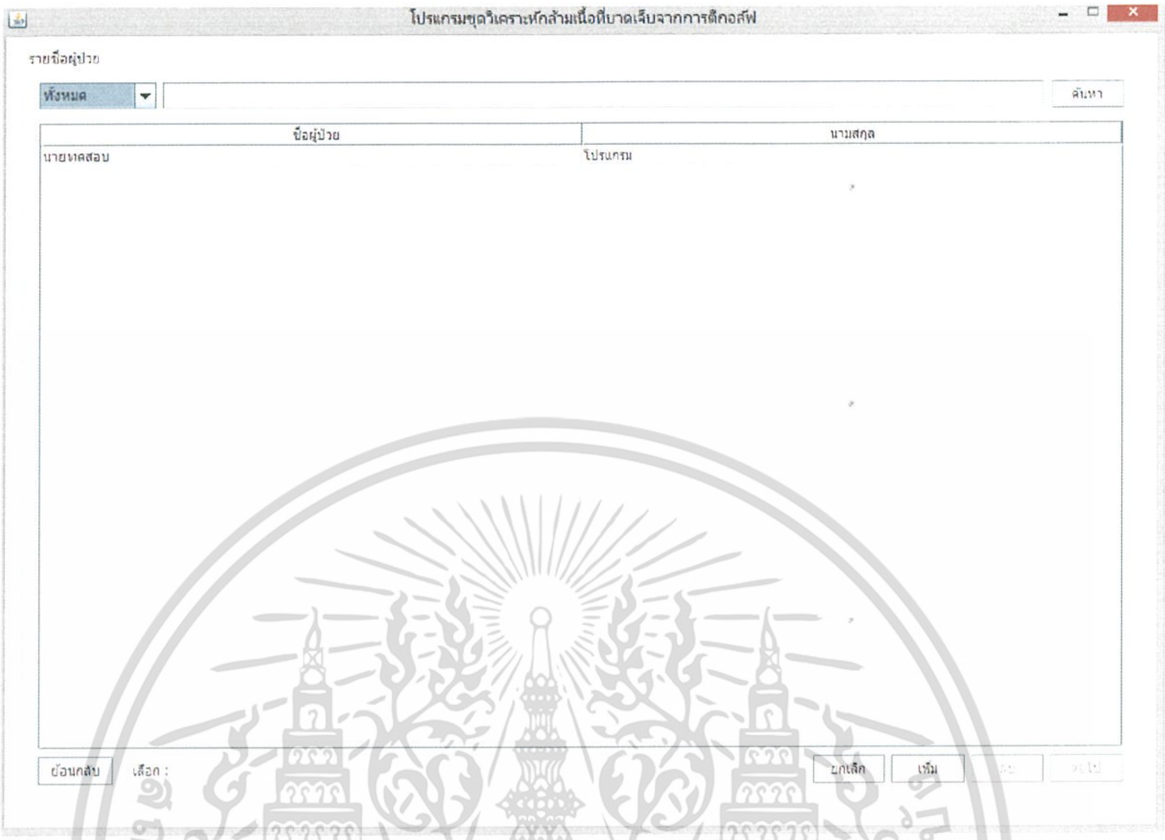


ภาพที่ ก.21 หน้าจอผลลัพธ์การลบข้อมูลหมวดหมู่การวิเคราะห์

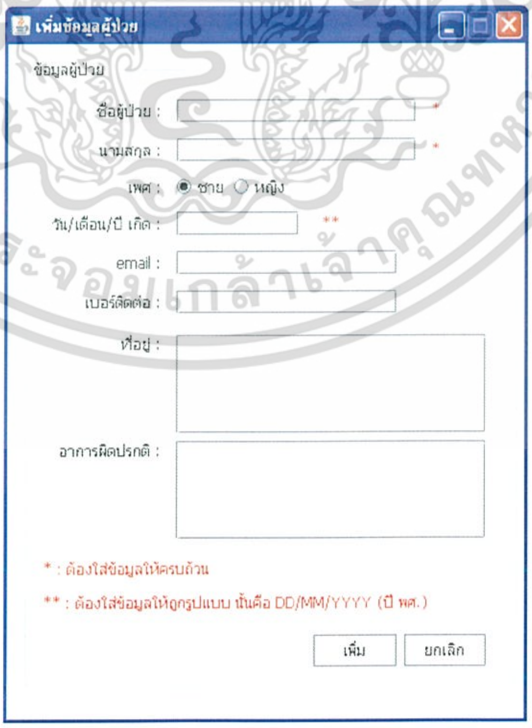
ก.2 การใช้งานส่วนวิเคราะห์การเคลื่อนไหว

ขั้นตอนแรก ผู้ใช้จะต้องเลือกผู้ป่วยหรือผู้ใช้งานก่อน ดังแสดงในภาพที่ ก.22 หากยังไม่มีในระบบก็จำเป็นต้องเพิ่มเข้าไปยังระบบ โดยการเลือกที่ปุ่ม “เพิ่ม” ดังแสดงในภาพที่ ก.23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



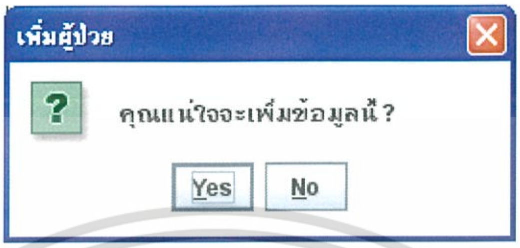
ภาพที่ ก.22 หน้าจอเลือกผู้ป่วย



ภาพที่ ก.23 หน้าจอเพิ่มผู้ป่วย

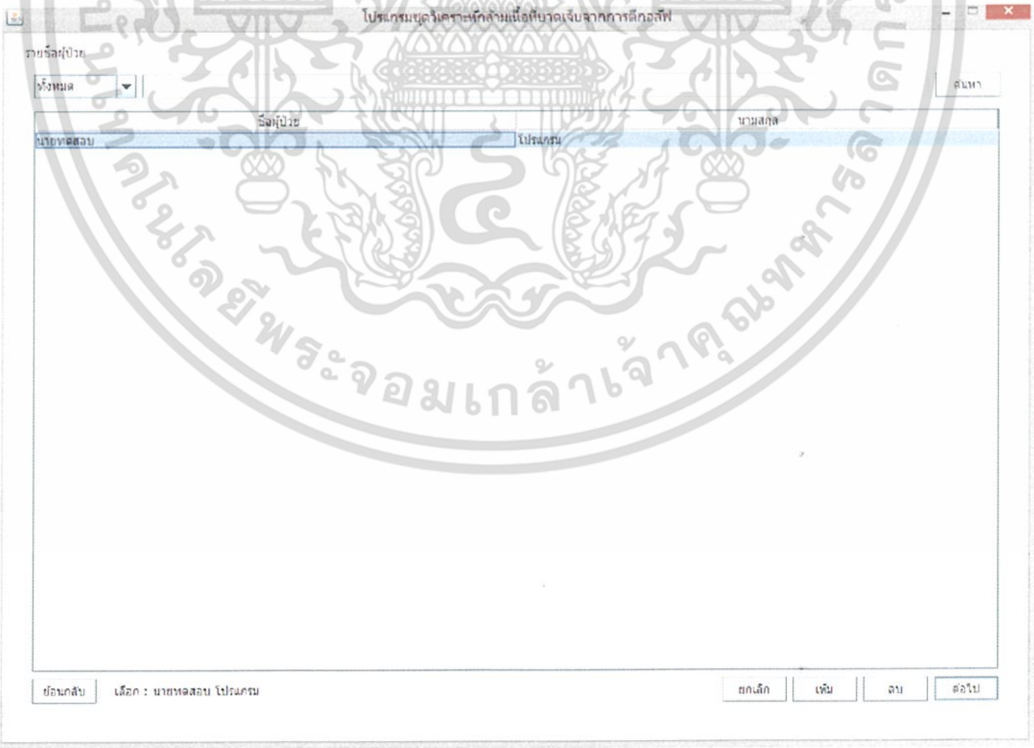
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผู้ใช้จะต้องกรอกข้อมูลส่วนที่สำคัญให้ครบ ได้แก่ ชื่อผู้ป่วย นามสกุล และวันเดือนปีเกิด จึงจะเพิ่มข้อมูลได้ ก่อนทำการเพิ่มข้อมูล โปรแกรมจะแสดงหน้าต่างข้อความ เพื่อเตือนการเพิ่มข้อมูล ดังแสดงในภาพที่ ก.24



ภาพที่ ก.24 หน้าจอการแจ้งเตือนการเพิ่มข้อมูล

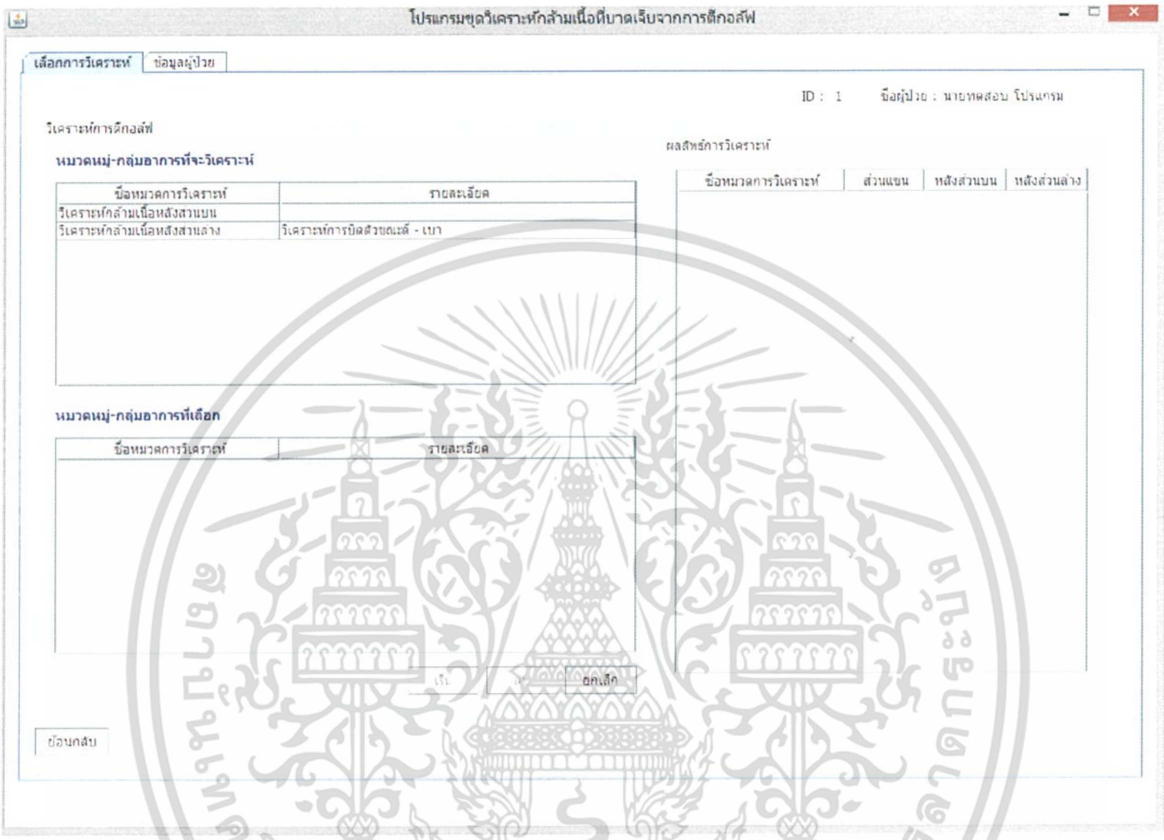
เมื่อเพิ่มข้อมูลเรียบร้อยแล้ว ต้องทำการเลือกผู้ป่วย โดยการกดเลือกที่ตาราง จากนั้นกด “ต่อไป” ที่มุมด้านล่าง ดังแสดงในภาพที่ ก.25



ภาพที่ ก.25 หน้าจอการเลือกผู้ป่วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

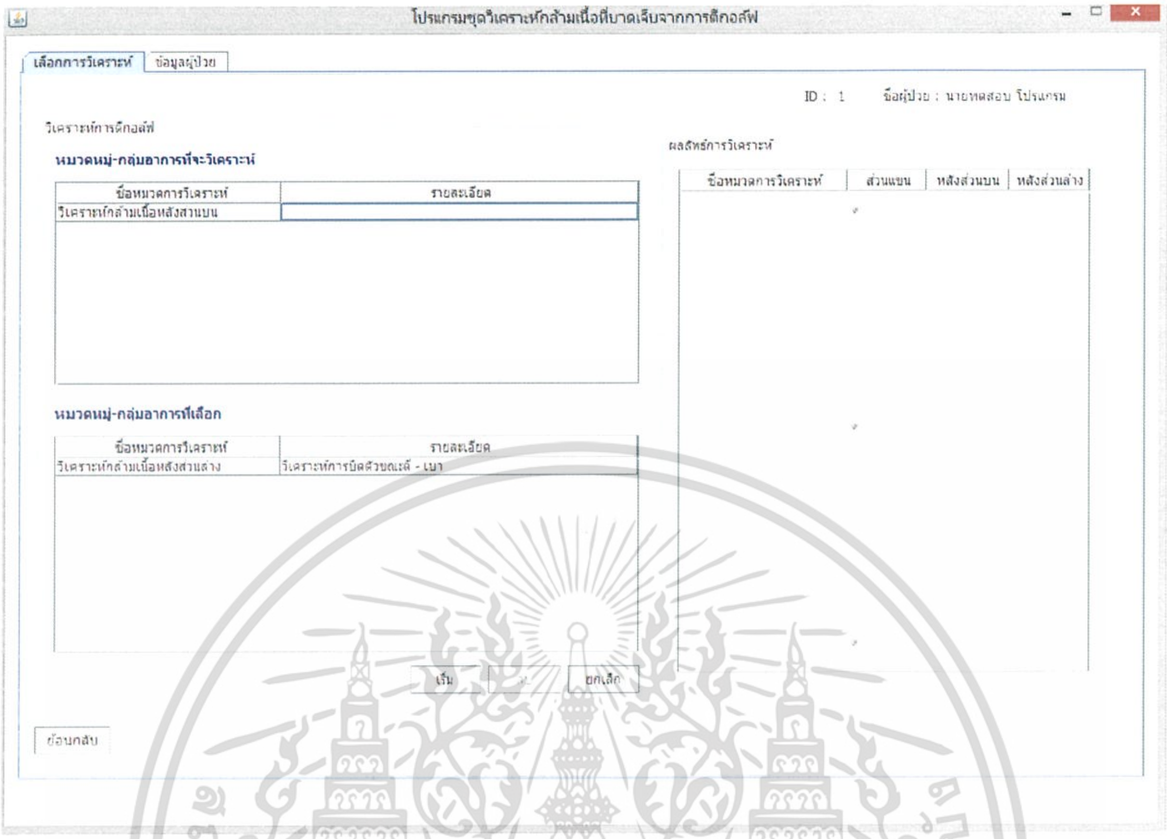
เมื่อเข้ามาแล้วจะปรากฏตาราง 3 ตาราง ตารางแรกซ้ายบน เป็นหมวดหมู่ของระบบที่มีไว้สำหรับเลือกเป็นหัวข้อการวิเคราะห์ โดยเมื่อกดคลิกที่ชื่อในตาราง ชื่อนั้นลงมาอยู่ในตารางล่าง หมายถึงว่าหัวข้อการฝึกนั้นได้ถูกเรียกใช้แล้ว ดังแสดงในภาพที่ ก.26 และภาพที่ ก.27



ภาพที่ ก.26 หน้าจอแสดงการวิเคราะห์

เมื่อทำการกดเลือกที่แถวของหมวดหมู่ที่ต้องการ ในตาราง **หมวดหมู่-กลุ่มอาการที่วิเคราะห์** รายการนั้นๆ จะเลื่อนลงมาอยู่ด้านล่าง แสดงถึงหัวข้อที่ถูกเลือกแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ ก.27 หน้าจอแสดงการเลือกหมวดหมู่-กลุ่มอาการที่วิเคราะห์

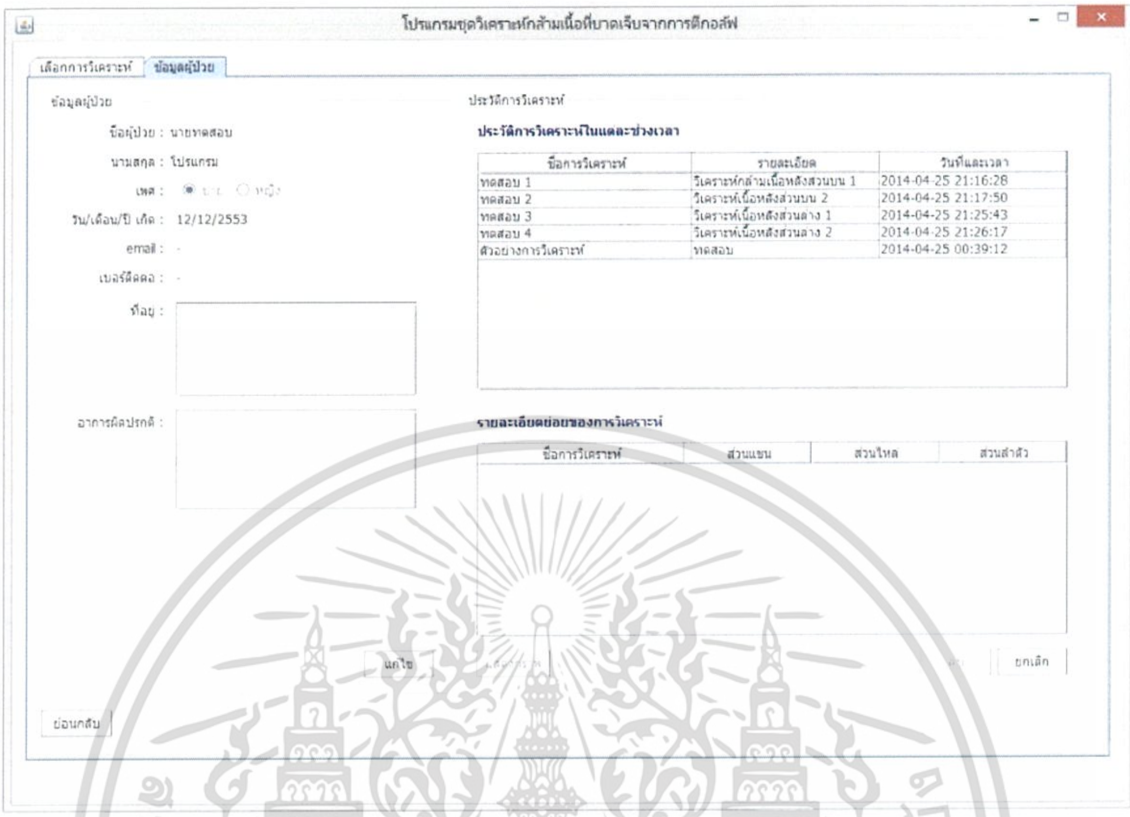
จากภาพที่ ก.27 เมื่อต้องการวิเคราะห์การเคลื่อนไหว ผู้ใช้ต้องทำการกดปุ่ม “เริ่ม” จากนั้นจะปรากฏหน้าจอดังภาพที่ ก.28 สำหรับรับค่าการเคลื่อนไหว โดยผู้ใช้จะต้องให้ผู้ป่วยทำการตีกอล์ฟ โดยใช้อุปกรณ์ตรวจจับการเคลื่อนไหวคู่กับโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ ก.28 หน้าจอแสดงการวิเคราะห์อาการบาดเจ็บ

จากภาพที่ ก.27 เมื่อเปลี่ยน Tab มาที่ Tab ข้อมูลผู้ป่วย จะปรากฏหน้าจอดังภาพที่ ก.29

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

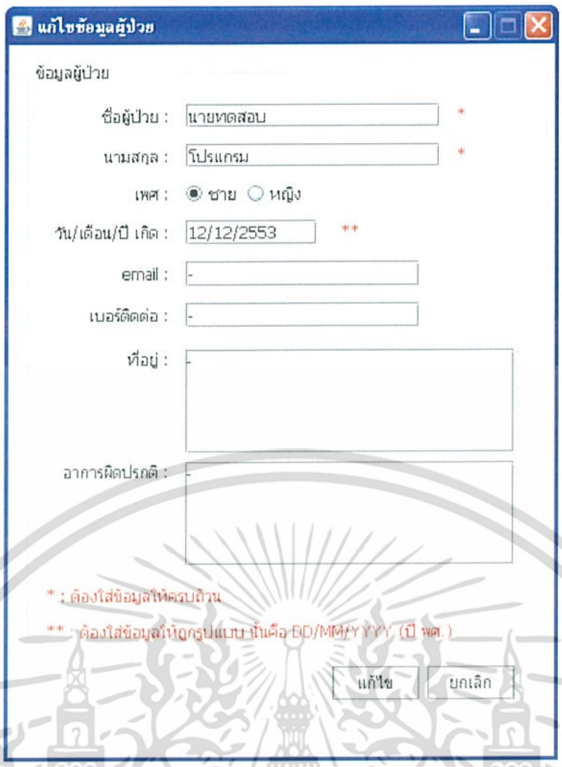


ภาพที่ ก.29 หน้าจอแสดงประวัติการวิเคราะห์

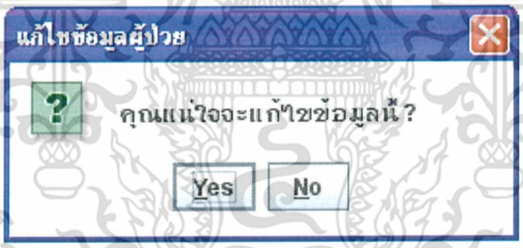
จากภาพที่ ก.29 ทางด้านซ้ายมือ จะแสดงข้อมูลและรายละเอียดเกี่ยวกับผู้ป่วยคนนั้นๆ แสดงในภาพที่ ก.30 ผู้ใช้สามารถแก้ไขข้อมูลผู้ป่วยได้โดยกดปุ่ม “แก้ไข”

โปรแกรมจะแสดงหน้าต่างข้อความ เพื่อเตือนการแก้ไขข้อมูล ดังแสดงในภาพที่ ก.31 และภาพที่ ก.32

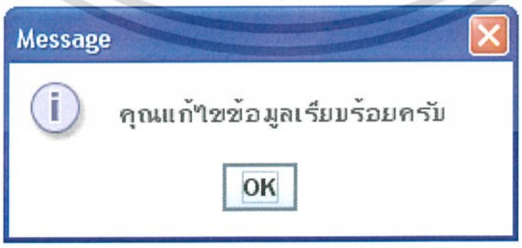
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ ก.30 หน้าจอแสดงการแก้ไขข้อมูลผู้ป่วย



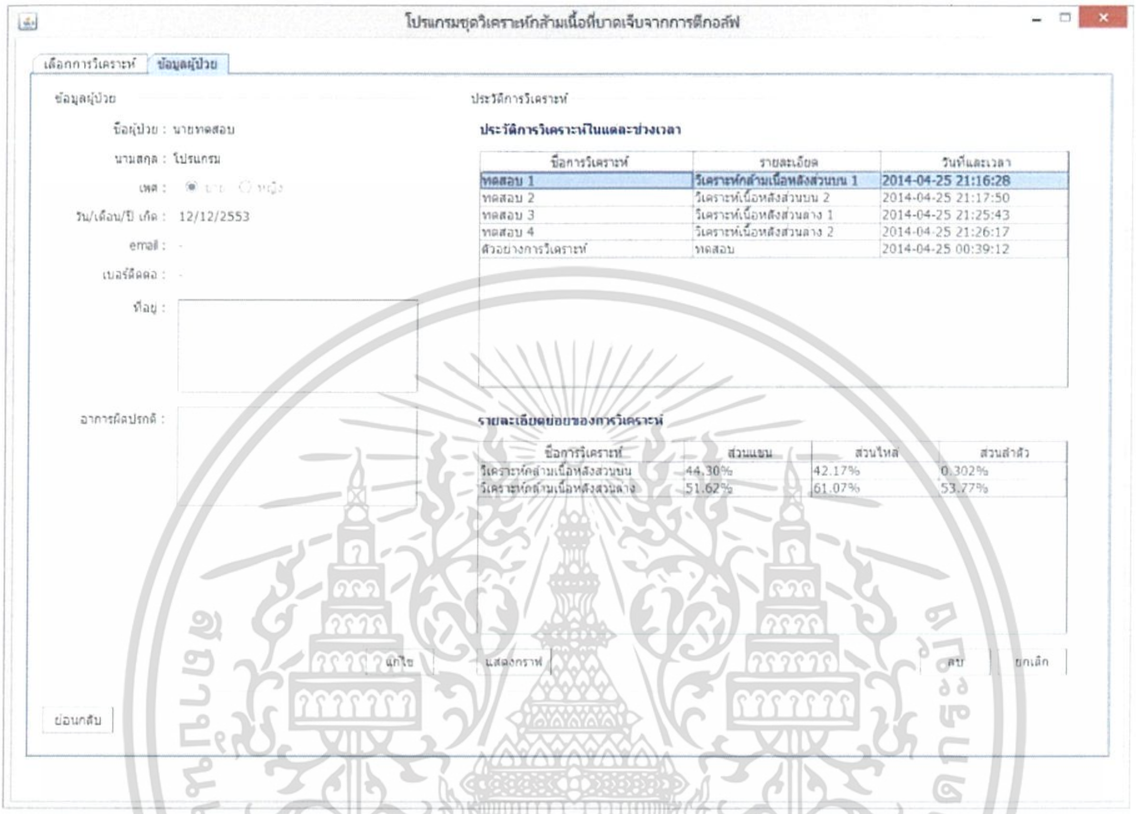
ภาพที่ ก.31 หน้าจอการแจ้งเตือนการแก้ไขข้อมูล



ภาพที่ ก.32 หน้าจอแจ้งเตือนการแก้ไขข้อมูลเรียบร้อยแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนทางด้านขวามือ ของภาพที่ ก.29 จะเป็นประวัติการทำการวิเคราะห์ หากผู้ใช้กดที่แถวในตาราง จะปรากฏผลการวิเคราะห์ดังภาพที่ ก.33



ภาพที่ ก.33 หน้าจอแสดงรายละเอียดย่อยของการวิเคราะห์

โดยผู้ใช้สามารถดูได้ว่าท่านทำการเคลื่อนไหวอย่างไร ณ ขณะทำการฝึกครั้งนั้นๆ ได้จากปุ่ม “แสดงกราฟ” หรือหากไม่ต้องการการวิเคราะห์ครั้งนั้นๆ ก็สามารถลบได้ที่ปุ่ม “ลบ”

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข. ข้อมูลการสวิงกอล์ฟ

ตัวอย่างข้อมูลที่ได้รับมาจากเซ็นเซอร์สำหรับผู้ทดสอบ 1 คน ณ ตำแหน่งต่างๆ ที่ติดเซ็นเซอร์

ข. 1 ข้อมูลผู้ทดสอบที่บริเวณหลังส่วนบน

ตารางที่ ข.1 ข้อมูลของผู้ทดสอบที่ตำแหน่งหลังส่วนบน

yaw-1	roll-1	pitch-1	accel:x-1	accel:y-1	accel:z-1
56.15	-33.47	-9.53	125.95	-30.72	189.44
56.16	-33.48	-9.54	126.98	-29.7	190.46
56.14	-33.48	-9.53	126.98	-26.62	187.39
56.1	-33.53	-9.46	124.93	-27.65	190.46
56.04	-33.52	-9.41	125.95	-30.72	190.46
56.05	-33.52	-9.42	124.93	-30.72	190.46
56.07	-33.5	-9.45	128	-28.67	187.39
56.06	-33.57	-9.46	128	-31.74	188.42
56.11	-33.61	-9.51	128	-29.7	187.39
56.09	-33.67	-9.5	129.02	-29.7	190.46
56.09	-33.71	-9.48	130.05	-25.6	188.42
56.04	-33.79	-9.38	130.05	-24.58	188.42
55.97	-33.85	-9.26	131.07	-26.62	188.42
55.91	-33.93	-9.15	131.07	-31.74	190.46
55.95	-33.97	-9.14	131.07	-28.67	190.46
55.97	-34	-9.04	129.02	-23.55	190.46
55.91	-34	-8.84	130.05	-28.67	189.44
55.97	-34.02	-8.76	125.95	-33.79	188.42
56.13	-33.99	-8.78	125.95	-36.86	190.46
56.3	-33.95	-8.83	126.98	-34.82	191.49
56.44	-33.93	-8.78	126.98	-28.67	192.51
56.46	-33.93	-8.56	123.9	-31.74	190.46
56.5	-33.93	-8.39	122.88	-34.82	191.49
56.63	-33.91	-8.27	125.95	-31.74	189.44

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

yaw-1	roll-1	pitch-1	accel:x-1	accel:y-1	accel:z-1
56.75	-33.97	-8.09	126.98	-29.7	192.51
56.85	-34.04	-7.83	126.98	-25.6	191.49
56.97	-34.14	-7.45	128	-22.53	191.49
57.1	-34.26	-7.04	128	-23.55	190.46
57.22	-34.41	-6.61	130.05	-19.46	191.49
57.3	-34.58	-6.1	133.12	-14.34	189.44
57.34	-34.83	-5.46	132.1	-15.36	189.44
57.42	-35.06	-4.9	132.1	-15.36	185.34
57.59	-35.35	-4.31	135.17	-15.36	187.39
57.8	-35.65	-3.75	137.22	-10.24	185.34
58	-36	-3.07	138.24	-12.29	185.34
58.26	-36.34	-2.5	138.24	-12.29	185.34
58.64	-36.66	-1.95	145.41	-1.02	183.3
58.86	-37.09	-1.21	141.31	5.12	182.27
58.99	-37.46	-0.31	139.26	7.17	182.27
59.14	-37.75	0.56	145.41	7.17	182.27
59.4	-38.14	1.39	145.41	7.17	183.3
59.68	-38.48	2.1	142.34	8.19	179.2
60.02	-38.82	2.83	141.31	12.29	176.13
60.33	-39.14	3.58	149.5	15.36	177.15
60.6	-39.56	4.35	154.62	21.5	180.22
60.81	-39.95	5.18	150.53	24.58	176.13
61	-40.31	6.12	144.38	19.46	173.06
61.29	-40.6	6.84	148.48	14.34	172.03
61.72	-40.99	7.46	149.5	22.53	172.03
62.02	-41.35	8.19	152.58	24.58	176.13
62.29	-41.67	8.96	149.5	22.53	176.13
62.66	-41.98	9.74	146.43	22.53	171.01
63.05	-42.34	10.51	147.46	22.53	167.94
63.45	-42.81	11.4	138.24	18.43	168.96

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

yaw-1	roll-1	pitch-1	accel:x-1	accel:y-1	accel:z-1
63.91	-43.16	12.17	150.53	25.6	167.94
64.32	-43.67	13.17	163.84	33.79	166.91
64.51	-44.25	14.37	164.86	44.03	159.74
64.54	-44.94	15.99	163.84	63.49	148.48
64.22	-45.64	18.01	159.74	52.22	150.53
64.27	-46.34	19.72	162.82	26.62	150.53
64.8	-47.14	20.87	168.96	34.82	138.24
65.23	-48.15	22.39	183.3	65.54	126.98
65.14	-49.25	24.61	173.06	103.42	123.9
64.2	-50.06	27.92	156.67	108.54	115.71
63.31	-50.76	31.02	168.96	75.78	119.81
63.06	-51.87	33.45	187.39	69.63	108.54
62.98	-53.3	35.75	198.66	96.26	95.23
62.07	-54.76	39.16	199.68	106.5	90.11
60.9	-55.91	42.76	198.66	104.45	80.9
59.5	-56.95	46.59	209.92	142.34	76.8
57.27	-57.5	51.24	208.9	163.84	83.97
55.03	-57.76	56	209.92	157.7	70.66
52.75	-58.15	60.72	196.61	108.54	69.63
51.07	-59.02	64.94	197.63	93.18	58.37
49.36	-59.96	68.99	218.11	140.29	49.15
46.73	-60.25	73.87	215.04	199.68	40.96
43.7	-59.81	78.9	224.26	194.56	16.38
41.12	-59.22	82.86	260.1	203.78	13.31
39.41	-58.56	85.66	254.98	182.27	31.74
38.05	-57.87	87.73	227.33	191.49	33.79
37.33	-56.77	88.69	189.44	209.92	8.19
36.24	-55.01	89.89	212.99	196.61	15.36
35.66	-53.72	90.1	236.54	191.49	22.53
35.16	-52.94	89.98	215.04	180.22	34.82

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

yaw-1	roll-1	pitch-1	accel:x-1	accel:y-1	accel:z-1
35.37	-52.36	88.72	220.16	198.66	21.5
35.84	-51.93	87.06	237.57	190.46	37.89
37.22	-51.9	84.02	233.47	194.56	28.67
38.58	-51.92	80.55	222.21	207.87	16.38
40.56	-51.69	76.47	198.66	198.66	34.82
43.1	-51.08	71.7	188.42	202.75	89.09
45.68	-49.83	65.9	241.66	176.13	93.18
48.22	-49.18	60.13	247.81	186.37	79.87
50.19	-48.26	54.45	236.54	193.54	106.5
51.61	-46.98	49.03	243.71	245.76	94.21
52.88	-45.45	43.13	279.55	258.05	91.14
54.54	-43.68	36.23	281.6	241.66	87.04
55.95	-41.47	28.59	262.14	212.99	63.49
56.01	-39.95	22.63	236.54	212.99	44.03
54.69	-39.05	17.59	232.45	172.03	34.82
52.34	-39.16	13.83	271.36	147.46	32.77
49.75	-39.45	9.16	271.36	176.13	25.6
46.51	-39.67	4.32	153.6	108.54	-10.24
43.57	-39.75	-0.83	162.82	18.43	-39.94
41.42	-40.51	-7.39	156.67	52.22	-107.52
39.53	-43.43	-13.08	97.28	15.36	-161.79
38.82	-46.51	-19.8	76.8	-63.49	-212.99
41.09	-50.2	-29.51	100.35	-56.32	-282.62
43.2	-53.2	-39.28	220.16	-57.34	-315.39
39.77	-53.71	-42.38	403.46	-261.12	-252.93
35.72	-54.57	-45.43	233.47	-524.29	-210.94
33.1	-55.1	-47.86	230.4	-223.23	-124.93
32.56	-56.91	-54.02	439.3	-422.91	-51.2
28.91	-58.32	-54.7	229.38	-370.69	-58.37
25.81	-59.49	-54.98	203.78	-262.14	-92.16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

yaw-1	roll-1	pitch-1	accel:x-1	accel:y-1	accel:z-1
25.78	-60.4	-58.61	227.33	-260.1	-44.03
24.36	-61.81	-61.19	151.55	-250.88	-6.14
25.46	-61.44	-65.63	112.64	-168.96	13.31
25.08	-61.75	-68.38	144.38	-153.6	19.46
24.64	-62.22	-70.69	180.22	-187.39	20.48
24.91	-61.64	-73.52	151.55	-195.58	41.98
24.63	-60.18	-74.75	153.6	-100.35	39.94
23.77	-60.68	-75.15	160.77	-79.87	34.82
22.92	-61.32	-75.38	183.3	-102.4	33.79
21.89	-61.82	-75.36	185.34	-106.5	35.84
20.82	-62.03	-75.21	185.34	-77.82	-4.1
20.83	-62.51	-76.21	183.3	-93.18	-17.41
21.42	-62.74	-77.55	241.66	-117.76	-26.62
22.64	-63.08	-79.55	236.54	-101.38	-18.43
23.59	-63.57	-81.15	215.04	-84.99	-22.53
24.36	-63.9	-82.41	234.5	-75.78	-17.41
25.02	-64.63	-83.53	215.04	-91.14	-17.41
25.63	-64.7	-84.45	214.02	-121.86	-20.48
26.85	-64.09	-85.7	229.38	-128	-11.26
27.51	-63.53	-86.22	236.54	-110.59	-5.12
27.8	-63.4	-86.34	227.33	-105.47	-5.12
28.21	-63.28	-86.45	212.99	-86.02	-7.17
28.71	-63.37	-86.61	206.85	-84.99	-16.38
29.39	-63.47	-87.11	214.02	-93.18	-16.38
30.18	-63.57	-87.63	225.28	-95.23	-10.24
30.62	-63.81	-87.86	230.4	-83.97	1.02
30.7	-64.36	-87.7	224.26	-93.18	5.12
30.7	-64.62	-87.46	228.35	-97.28	5.12
30.83	-64.86	-87.24	223.23	-105.47	3.07
31.21	-64.9	-87.24	203.78	-100.35	-5.12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

yaw-1	roll-1	pitch-1	accel:x-1	accel:y-1	accel:z-1
32.01	-64.89	-87.66	205.82	-95.23	-6.14
32.87	-64.98	-88.11	207.87	-104.45	2.05
33.38	-64.92	-88.08	211.97	-98.3	-1.02
34.15	-64.97	-88.28	196.61	-84.99	-14.34
35.53	-65.1	-89.09	200.7	-90.11	-13.31
36.93	-65.17	-89.93	217.09	-91.14	0
37.72	-65.34	-90.14	225.28	-96.26	-9.22
38.84	-65.46	-90.73	225.28	-99.33	-13.31
39.96	-65.48	-91.34	224.26	-90.11	-11.26
40.96	-65.72	-91.83	222.21	-82.94	-7.17
41.71	-66.06	-92.12	220.16	-87.04	-14.34
42.78	-66.27	-92.77	230.4	-91.14	-19.46
43.97	-66.43	-93.56	234.5	-95.23	-25.6
45.46	-66.57	-94.66	226.3	-89.09	-19.46
46.44	-66.79	-95.25	219.14	-86.02	-13.31
47.06	-67.01	-95.51	217.09	-87.04	-11.26
47.56	-67.17	-95.67	218.11	-92.16	-16.38
48.3	-67.26	-96.07	220.16	-87.04	-13.31
48.85	-67.52	-96.29	215.04	-79.87	-6.14
49.13	-67.91	-96.18	208.9	-79.87	0
49.06	-68.2	-95.72	207.87	-86.02	-9.22
49.46	-68.32	-95.67	208.9	-84.99	-11.26
50.05	-68.41	-95.8	212.99	-88.06	-14.34
50.79	-68.48	-96.04	218.11	-87.04	-4.1
50.94	-68.61	-95.67	217.09	-84.99	2.05
50.79	-68.74	-94.91	214.02	-83.97	-1.02
50.95	-68.8	-94.44	218.11	-83.97	2.05
50.99	-68.87	-93.8	223.23	-81.92	-1.02
51.24	-69.01	-93.4	225.28	-76.8	-1.02
51.4	-69.29	-92.89	228.35	-71.68	2.05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

yaw-1	roll-1	pitch-1	accel:x-1	accel:y-1	accel:z-1
51.36	-69.62	-92.25	225.28	-67.58	0
51.66	-69.95	-91.98	215.04	-66.56	1.02
52.12	-70.18	-91.87	222.21	-68.61	3.07
52.76	-70.4	-92.01	217.09	-73.73	2.05
53.45	-70.43	-92.24	218.11	-79.87	13.31
53.65	-70.29	-91.96	232.45	-88.06	13.31
53.33	-70.14	-91.08	229.38	-88.06	9.22
53.46	-70	-90.64	223.23	-98.3	10.24
53.62	-69.61	-90.15	221.18	-92.16	15.36
53.69	-69.33	-89.52	212.99	-87.04	18.43
53.95	-69.07	-88.99	214.02	-82.94	22.53
54.12	-68.95	-88.41	215.04	-90.11	21.5
54.39	-68.73	-87.8	218.11	-104.45	17.41
54.91	-68.25	-87.3	223.23	-108.54	19.46
55.33	-67.7	-86.59	223.23	-100.35	25.6
55.45	-67.37	-85.43	222.21	-95.23	23.55
55.8	-67.18	-84.33	216.06	-97.28	25.6
56.19	-66.91	-83.2	211.97	-99.33	27.65
56.71	-66.56	-81.99	205.82	-106.5	25.6
57.62	-66.04	-81.13	209.92	-111.62	22.53
58.83	-65.42	-80.39	219.14	-110.59	26.62
59.83	-64.95	-79.49	224.26	-102.4	26.62
60.85	-64.74	-78.4	223.23	-96.26	24.58
61.96	-64.69	-77.47	220.16	-99.33	16.38
63.61	-64.63	-77	217.09	-94.21	11.26
65.33	-64.71	-76.72	219.14	-88.06	7.17
67.12	-64.99	-76.54	214.02	-78.85	9.22
68.8	-65.36	-76.13	218.11	-77.82	8.19
70.42	-65.71	-75.74	222.21	-88.06	8.19
72.1	-65.89	-75.28	223.23	-88.06	3.07

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

yaw-1	roll-1	pitch-1	accel:x-1	accel:y-1	accel:z-1
73.76	-66.07	-74.9	226.3	-87.04	5.12
75.28	-66.3	-74.28	228.35	-83.97	5.12
76.51	-66.56	-73.54	230.4	-75.78	10.24
77.14	-66.98	-72.19	228.35	-68.61	12.29
77.46	-67.45	-70.66	231.42	-63.49	16.38
77.13	-68.02	-68.57	231.42	-65.54	17.41
76.52	-68.45	-66.41	229.38	-72.7	14.34
76.21	-68.69	-64.58	215.04	-81.92	25.6
75.68	-68.51	-62.6	206.85	-84.99	27.65
75.13	-68.17	-60.62	203.78	-90.11	25.6
74.98	-67.77	-59.13	202.75	-89.09	33.79
74.67	-67.34	-57.42	206.85	-92.16	38.91
74.45	-66.9	-55.88	217.09	-86.02	41.98
74.1	-66.56	-54.19	215.04	-70.66	48.13
73.31	-66.44	-52.18	209.92	-71.68	56.32
72.5	-66.21	-50.1	200.7	-68.61	59.39

ข.2 ข้อมูลผู้ทดสอบที่บริเวณหลังส่วนล่าง

ตารางที่ ข.2 ข้อมูลของผู้ทดสอบที่ตำแหน่งหลังส่วนล่าง

yaw-1	roll-1	pitch-1	accel:x-1	accel:y-1	accel:z-1
54.43	-38.63	0.74	142.34	2.05	182.27
54.59	-38.69	0.92	141.31	-1.02	178.18
54.89	-38.79	1.06	142.34	-5.12	178.18
55.25	-38.91	1.12	143.36	-4.1	177.15
55.63	-39.06	1.26	143.36	-2.05	175.1
56.03	-39.25	1.52	143.36	1.02	177.15
56.43	-39.41	1.86	143.36	-3.07	177.15
56.98	-39.59	2.16	144.38	-7.17	181.25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

yaw-1	roll-1	pitch-1	accel:x-1	accel:y-1	accel:z-1
57.65	-39.75	2.38	150.53	-3.07	178.18
58.26	-40.03	2.73	148.48	3.07	173.06
58.82	-40.35	3.25	149.5	8.19	174.08
59.32	-40.66	3.94	149.5	5.12	174.08
59.96	-41.02	4.6	152.58	7.17	171.01
60.55	-41.46	5.29	155.65	17.41	163.84
61.01	-42.06	6.26	154.62	23.55	163.84
61.36	-42.61	7.29	155.65	23.55	164.86
61.65	-43.19	8.41	157.7	28.67	161.79
61.86	-43.78	9.58	160.77	34.82	160.77
61.96	-44.42	10.92	169.98	51.2	158.72
61.71	-45.09	12.58	176.13	61.44	152.58
61.1	-45.87	14.75	164.86	52.22	144.38
60.69	-46.52	16.58	159.74	49.15	140.29
60.35	-47.18	18.35	180.22	67.58	140.29
59.65	-47.95	20.42	186.37	79.87	143.36
58.73	-48.63	22.85	182.27	76.8	134.14
57.83	-49.25	25.14	169.98	73.73	135.17
57.28	-49.66	27.08	178.18	81.92	144.38
56.92	-49.93	28.69	195.58	101.38	141.31
56.22	-50.3	30.76	187.39	104.45	135.17
55.54	-50.58	32.72	195.58	97.28	146.43
55.28	-50.85	34.17	193.54	77.82	134.14
55.49	-51.46	35.1	197.63	96.26	138.24
55.7	-51.93	36.13	206.85	117.76	151.55
55.76	-52.09	37.12	199.68	132.1	136.19
55.25	-52.09	38.83	181.25	121.86	98.3
54.67	-52.54	40.86	181.25	95.23	107.52
54.93	-53.21	41.58	210.94	108.54	134.14
55.37	-53.69	42.06	201.73	126.98	126.98

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

yaw-1	roll-1	pitch-1	accel:x-1	accel:y-1	accel:z-1
55.26	-53.8	43.19	187.39	116.74	122.88
55.49	-53.93	43.94	206.85	119.81	151.55
56.03	-53.99	44.07	203.78	141.31	146.43
55.95	-53.79	44.72	163.84	138.24	126.98
55.49	-53.08	45.53	181.25	132.1	145.41
55.6	-52.2	45.35	199.68	125.95	146.43
55.71	-51.68	44.96	175.1	119.81	150.53
55.94	-50.57	44.03	157.7	122.88	150.53
55.82	-49.28	43.19	164.86	113.66	152.58
55.74	-47.99	41.95	164.86	104.45	141.31
55.53	-46.87	40.63	183.3	99.33	154.62
55.72	-45.57	38.42	184.32	94.21	167.94
56.09	-44.04	35.78	176.13	97.28	165.89
56.05	-42.3	33.27	156.67	102.4	136.19
54.97	-40.81	31.71	152.58	113.66	130.05
53.19	-39.38	30.4	174.08	130.05	142.34
50.74	-38.26	29.53	197.63	122.88	152.58
48.37	-37.28	28.03	209.92	97.28	181.25
46.65	-36.42	25.54	207.87	112.64	178.18
44.43	-35.66	23.31	195.58	142.34	150.53
41.47	-35.38	21.84	219.14	173.06	160.77
38.37	-35.19	19.92	239.62	166.91	182.27
35.36	-35.07	16.92	237.57	143.36	167.94
33.15	-35.84	14.04	234.5	197.63	122.88
30.65	-37.41	11.16	290.82	121.86	51.2
27.71	-40.66	8.76	280.58	90.11	-25.6
24.02	-45.65	6.83	199.68	-56.32	-61.44
23.37	-50.32	2.52	160.77	-149.5	-54.27
26.18	-54.45	-5.05	133.12	-199.68	-7.17
32.14	-56.7	-15.26	73.73	-138.24	2.05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

yaw-1	roll-1	pitch-1	accel:x-1	accel:y-1	accel:z-1
33.66	-57.36	-19.95	80.9	-122.88	-25.6
34.39	-57.43	-23.82	136.19	-62.46	12.29
33.65	-57.05	-26.81	261.12	-76.8	70.66
33.18	-57.79	-30.16	374.78	-167.94	98.3
30.71	-57.88	-31.59	290.82	-81.92	81.92
28.61	-59	-33.53	226.3	-37.89	65.54
24.8	-60.77	-33.72	201.73	-105.47	102.4
22.52	-60.54	-34.87	168.96	-156.67	76.8
22.32	-59.44	-38.45	193.54	-108.54	97.28
19.84	-58.87	-38.98	210.94	-115.71	67.58
18.04	-59.09	-40.53	193.54	-144.38	100.35
16.56	-58.71	-42.13	160.77	-136.19	123.9
14.49	-57.75	-42.58	162.82	-144.38	119.81
13.08	-56.68	-43.24	178.18	-140.29	105.47
12.24	-56.09	-44.36	175.1	-128	97.28
11.62	-55.73	-45.33	168.96	-90.11	116.74
10.02	-55.52	-44.89	151.55	-70.66	123.9
8.14	-55.41	-44.13	145.41	-75.78	103.42
7.03	-55.54	-44.05	150.53	-78.85	100.35
6.24	-55.67	-44.08	179.2	-106.5	105.47
5.87	-55.41	-44.34	192.51	-118.78	106.5
5.83	-54.97	-44.86	194.56	-97.28	108.54
5.56	-54.9	-44.91	192.51	-79.87	97.28
5.37	-55.13	-44.94	201.73	-64.51	92.16
4.97	-55.57	-44.74	207.87	-62.46	98.3
4.14	-56.08	-44.16	200.7	-58.37	90.11
3.28	-56.62	-43.57	196.61	-53.25	75.78
2.51	-57.22	-43.01	196.61	-73.73	78.85
2.26	-57.5	-42.91	204.8	-76.8	84.99
2.16	-57.77	-42.88	204.8	-80.9	73.73

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

yaw-1	roll-1	pitch-1	accel:x-1	accel:y-1	accel:z-1
2.45	-58.08	-43.27	206.85	-81.92	68.61
2.91	-58.48	-43.75	210.94	-89.09	61.44
3.65	-58.86	-44.43	221.18	-89.09	55.3
4.67	-59.43	-45.36	222.21	-89.09	58.37
5.61	-59.86	-46.11	212.99	-84.99	76.8
6.06	-60.02	-46.23	208.9	-76.8	83.97
6.26	-60.14	-45.98	209.92	-81.92	71.68
7.03	-60.31	-46.29	207.87	-83.97	68.61
7.87	-60.4	-46.66	199.68	-92.16	72.7
8.75	-60.28	-46.98	199.68	-88.06	66.56
9.7	-60.32	-47.33	194.56	-75.78	64.51
10.52	-60.46	-47.46	200.7	-77.82	60.42
11.34	-60.71	-47.64	204.8	-74.75	70.66
11.75	-60.93	-47.41	207.87	-67.58	75.78
11.97	-61.21	-46.91	204.8	-68.61	77.82
12.39	-61.38	-46.62	195.58	-74.75	79.87
12.96	-61.35	-46.4	196.61	-73.73	78.85
13.45	-61.29	-46.08	194.56	-80.9	79.87
14.13	-61.09	-45.92	191.49	-82.94	80.9
14.86	-60.87	-45.82	192.51	-78.85	82.94
15.52	-60.68	-45.54	198.66	-74.75	86.02
15.9	-60.56	-44.91	208.9	-92.16	92.16
16.6	-60.14	-44.5	201.73	-91.14	90.11
17.42	-59.75	-44.24	195.58	-79.87	86.02
18.26	-59.6	-43.88	199.68	-81.92	83.97
19.23	-59.47	-43.64	199.68	-81.92	92.16
20.01	-59.21	-43.09	200.7	-79.87	93.18
20.77	-59.03	-42.52	193.54	-71.68	89.09
21.67	-58.99	-41.88	181.25	-79.87	86.02
22.94	-58.81	-41.62	192.51	-100.35	91.14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

yaw-1	roll-1	pitch-1	accel:x-1	accel:y-1	accel:z-1
24.85	-58.36	-41.84	202.75	-100.35	96.26
26.71	-57.93	-41.95	200.7	-94.21	97.28
28.63	-57.59	-41.88	198.66	-88.06	98.3
30.5	-57.33	-41.65	197.63	-96.26	98.3
32.79	-56.94	-41.63	197.63	-106.5	100.35
35.35	-56.38	-41.78	196.61	-99.33	104.45
37.73	-55.86	-41.53	197.63	-91.14	103.42
40.14	-55.46	-40.93	199.68	-89.09	112.64
42.42	-54.98	-40.04	195.58	-81.92	115.71
44.8	-54.49	-38.84	190.46	-64.51	117.76
46.89	-54.08	-37.24	181.25	-65.54	116.74
49.22	-53.6	-35.68	174.08	-56.32	115.71
51.31	-53.19	-34.05	178.18	-23.55	113.66
52.96	-53.1	-31.91	187.39	-2.05	107.52
53.96	-53.44	-29.63	195.58	3.07	113.66
54.37	-53.98	-26.89	186.37	-12.29	115.71
54.89	-54.24	-24.76	180.22	-17.41	111.62
55.59	-54.45	-22.84	197.63	-12.29	123.9
55.85	-54.78	-20.62	212.99	-22.53	140.29
56.09	-55.03	-18.31	191.49	-20.48	140.29
56.37	-55.01	-16.44	166.91	3.07	136.19
55.97	-54.96	-14.09	163.84	20.48	138.24
54.83	-54.94	-11.36	165.89	29.7	132.1
53.28	-55	-8.39	172.03	31.74	129.02
51.8	-55.1	-5.67	168.96	25.6	132.1
50.39	-55.02	-3.23	163.84	15.36	138.24
49.17	-54.69	-1.27	179.2	-14.34	159.74
48.83	-53.99	-0.26	209.92	-48.13	180.22
49.58	-53.4	-0.47	203.78	-23.55	135.17
49.78	-53.52	0	196.61	-10.24	119.81

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

yaw-1	roll-1	pitch-1	accel:x-1	accel:y-1	accel:z-1
49.54	-53.77	0.87	191.49	-7.17	107.52
49.21	-54.08	1.74	182.27	1.02	120.83
48.74	-54.11	2.7	181.25	8.19	137.22
48.22	-53.85	3.57	201.73	20.48	158.72
47.37	-53.3	4.66	215.04	11.26	154.62
46.94	-53.02	5.09	191.49	-11.26	138.24
47.25	-52.81	4.59	165.89	-24.58	128
47.71	-52.55	3.92	159.74	-22.53	125.95
48.11	-52.26	3.34	164.86	-19.46	133.12
48.51	-51.97	2.72	177.15	-8.19	136.19
48.67	-51.72	2.31	185.34	-11.26	141.31
48.93	-51.49	1.81	190.46	-28.67	145.41
49.77	-51.28	0.67	190.46	-35.84	148.48
50.8	-51.04	-0.61	181.25	-37.89	145.41
51.86	-50.73	-1.86	176.13	-37.89	145.41
52.8	-50.38	-2.93	181.25	-33.79	147.46
53.73	-50.07	-3.89	186.37	-31.74	145.41
54.57	-49.88	-4.69	180.22	-31.74	148.48
55.46	-49.59	-5.42	176.13	-27.65	145.41
56.21	-49.35	-5.94	177.15	-24.58	146.43
56.9	-49.15	-6.4	174.08	-27.65	144.38
57.66	-48.99	-6.9	174.08	-29.7	147.46
58.45	-48.78	-7.44	173.06	-29.7	149.5
59.2	-48.58	-7.94	174.08	-27.65	153.6
59.98	-48.35	-8.43	178.18	-24.58	154.62
60.61	-48.2	-8.8	177.15	-19.46	155.65
61.08	-48.05	-9.01	172.03	-18.43	153.6
61.64	-47.88	-9.24	169.98	-25.6	151.55
62.33	-47.75	-9.65	166.91	-25.6	155.65
62.98	-47.54	-10	167.94	-21.5	155.65

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

yaw-1	roll-1	pitch-1	accel:x-1	accel:y-1	accel:z-1
63.49	-47.38	-10.19	167.94	-20.48	151.55
64.04	-47.3	-10.36	164.86	-21.5	149.5
64.58	-47.23	-10.51	159.74	-26.62	149.5
65.23	-47.08	-10.76	158.72	-27.65	159.74
65.8	-46.78	-10.94	166.91	-16.38	157.7
66.07	-46.64	-10.76	157.7	-17.41	144.38
66.4	-46.54	-10.7	145.41	-31.74	144.38
67.07	-46.3	-10.91	148.48	-41.98	142.34
67.88	-46.12	-11.23	151.55	-41.98	191.49
68.75	-45.16	-11.41	190.46	-7.17	196.61
68.84	-44.9	-10.69	192.51	7.17	188.42
68.5	-44.82	-9.67	163.84	16.38	160.77
68.22	-44.75	-8.86	148.48	9.22	158.72
68.28	-44.51	-8.45	156.67	4.1	166.91
68.37	-44.27	-8.16	165.89	7.17	177.15
68.35	-44.02	-7.66	161.79	18.43	175.1
68.09	-43.8	-6.93	163.84	25.6	178.18
67.57	-43.57	-5.87	161.79	33.79	178.18
66.89	-43.38	-4.63	161.79	33.79	182.27
66.19	-43.11	-3.37	165.89	34.82	188.42
65.43	-42.8	-2.07	164.86	38.91	188.42
64.63	-42.46	-0.69	165.89	44.03	186.37
63.73	-42.17	0.8	166.91	50.18	181.25
62.73	-41.99	2.26	158.72	57.34	176.13
61.49	-41.72	3.72	154.62	65.54	176.13
60.06	-41.36	5.16	155.65	55.3	180.22
58.82	-40.97	6.24	151.55	53.25	175.1
57.72	-40.65	7.05	149.5	51.2	176.13
56.62	-40.27	7.68	152.58	38.91	179.2
55.78	-39.92	7.89	144.38	23.55	180.22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค. รายละเอียดคุณลักษณะของ Razor IMU

9 Degrees of Freedom - Razor IMU
SEN-10736 RoHS

Description: The 9DOF Razor IMU incorporates three sensors - anITG-3200 (MEMS triple-axis gyro), ADXL345 (triple-axis accelerometer),and HMC5883L (triple-axis magnetometer) - to give you nine degrees of inertial measurement. The outputs of all sensors are processed by an on-board ATmega328 and output over a serial interface. This enables the 9DOF Razor to be used as a very powerful control mechanism for UAVs, autonomous vehicles and image stabilization systems.

The board comes programmed with the 8MHz Arduino bootloader (stk500v1) and some example firmware that demos the outputs of all the sensors. Simply connect to the serial TX and RX pins with a 3.3V FTDI Basic Breakout, open a terminal program to 57600bps and a menu will guide you through testing the sensors. You can use the Arduino IDE to program your code onto the 9DOF, just select the 'Arduino Pro or Pro Mini (3.3v, 8mhz) w/ATmega328' as your board.

The 9DOF operates at 3.3VDC; any power supplied to the white JST connector will be regulated down to this operating voltage - our LiPo batteries are an excellent power supply choice. The output header is designed to mate with our 3.3V FTDI Basic Breakout board, so you can easily connect the board to a computer's USB port. Or, for a wireless solution, it can be connected to the Bluetooth Mate or an XBee Explorer.

Having a hard time picking an IMU? Our Accelerometer, Gyro, and IMU Buying Guide might help!

Note: This product is a collaboration with Jordi Munoz of 3d Robotics. A portion of each sales goes back to them for product support and continued development.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Features:

- 9 Degrees of Freedom on a single, flat board:
  - ITG-3200 - triple-axis digital-output gyroscope
  - ADXL345 - 13-bit resolution, ±16g, triple-axis accelerometer
  - HMC5883L - triple-axis, digital magnetometer
- Outputs of all sensors processed by on-board ATmega328 and sent out via a serial stream
- Autorun feature and help menu integrated into the example firmware
- Output pins match up with FTDI Basic Breakout, Bluetooth Mate, XBee Explorer
- 3.5-16VDC input
- ON-OFF control switch and reset switch

Dimensions: 1.1" x 1.6" (28 x 41mm)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง. รายละเอียดคุณลักษณะของบลูทูธ

Bluetooth Mate Gold
WRL-12580 RoHS

Description: The Bluetooth Mate Gold is very similar to our BlueSMiRF modem, but it is designed specifically to be used with our Arduino Pros and LilyPad Arduinos. These modems work as a serial (RX/TX) pipe, and are a great wireless replacement for serial cables. Any serial stream from 2400 to 115200bps can be passed seamlessly from your computer to your target. We've tested these units successfully over open air at 350ft (106m)!

Bluetooth Mate has the same pin out as the FTDI Basic, and is meant to plug directly into an Arduino Pro, Pro Mini, or LilyPad Mainboard. Because we've arranged the pins to do this, you cannot directly plug the Bluetooth Mate to an FTDI Basic board (you'll have to swap TX and RX).

This unit ships with an RN-41 class 1 bluetooth module, a very easy-to-use and well documented bluetooth module. Make sure you check out the datasheet and command set links below. If you don't need the extra range, check out the Bluetooth Mate Silver which uses a Class 2 module which has less range.

The Bluetooth Mate has on-board voltage regulators, so it can be powered from any 3.3 to 6VDC power supply. We've got level shifting all set up so the RX and TX pins on the remote unit are 3-6VDC tolerant.**Do not** attach this device directly to a serial port. You will need an RS232 to TTL converter circuit if you need to attach this to a computer.

Unit comes without a connector; if you want to connect it to an Arduino Pro, we'd suggest the 6-pin right-angle female header.

Note: If you are looking for the ability to use the FTDI directly with your Bluetooth Mate check out our Crossover Breakout for FTDI!

Note: The hardware reset pin of the RN-41 module is broken out on the bottom side of the board. This pin is mislabeled as 'PIO6', it is actually PIO4. Should you need to reset the Mate, pull this pin high upon power-up, and then toggle it 3 times.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Features:

- v6.15 Firmware
- Designed to work directly with Arduino Pro's and LilyPad main boards
- FCC Approved Class 1 Bluetooth® Radio Modem
- Very robust link both in integrity and transmission distance (100m) - no more buffer overruns!
- Low power consumption : 25mA avg
- Hardy frequency hopping scheme - operates in harsh RF environments like WiFi, 802.11g, and Zigbee
- Encrypted connection
- Frequency: 2.4~2.524 GHz
- Operating Voltage: 3.3V-6V
- Serial communications: 2400-115200bps
- Operating Temperature: -40 ~ +70C
- Built-in antenna

Dimensions:

- Board: 1.75x0.65"

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ. รายละเอียดคุณลักษณะของแบตเตอรี่

Polymer Lithium Ion Battery

Description: These are very slim, extremely light weight batteries based on the new Polymer Lithium Ion chemistry. This is the highest energy density currently in production. Each cell outputs a nominal 3.7V at 1000mAh! Comes terminated with a standard 2-pin JST-PH connector - 2mm spacing between pins. These batteries require special charging. Do not attempt to charge these with anything but a specialized Lithium Polymer charger.

Battery includes built-in protection against over voltage, over current, and minimum voltage.

Note: Due to shipping restrictions, only two batteries can be shipped together at one time. We should be able to ship more than two batteries at a time by the end of 2014.

Note: Although these cells are rated for 2C continuous discharge, the wiring and connectors are only rated up to 1A, so be sure to take that into account when determining your power requirements.

Note: Be careful with the JST connectors. They can stick in pretty good and tugging on them can damage the connector. Check this tutorial for an easy way to remove them safely.

Dimensions: 2.00 x 1.32 x 0.23" (50.8 x 33.5 x 5.9 mm)

Weight: 22g (0.77oz)

Features:

- Excellent long-term self-discharge rates (<8% per month)
- Robust power source under extreme conditions (-25 to 60C)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ฉ. หนังสือรับรองการใช้ประโยชน์

คณะกายภาพบำบัด
มหาวิทยาลัยรังสิต

หนังสือรับรอง
การนำผลงานวิจัยหรืองานสร้างสรรค์ไปใช้ประโยชน์

ข้าพเจ้า (นาย/นาง/นางสาว) ดร.วรชาติ เฉิดชมจันทร์

ตำแหน่ง คณบดี

ชื่อหน่วยงาน คณะกายภาพบำบัด มหาวิทยาลัยรังสิต

สถานที่ตั้ง เลขที่ 52/347 หมู่บ้านเมืองเอก ถนนพหลโยธิน ตำบลหลักหก อำเภอเมือง ปทุมธานี

โทรศัพท์ 02-997-2200-30 ต่อ 1500

ขอรับรองว่าได้นำผลงานวิจัย/งานสร้างสรรค์ เรื่อง การพัฒนาโปรแกรมวิเคราะห์การบาดเจ็บกล้ามเนื้อจากกีฬากอล์ฟเพื่อการบำบัด

ซึ่งเป็นผลงานของ ดร.วรางคณา กิ้มปาน และ อาจารย์วีสันต์ ตั้งวงษ์เจริญ

สังกัดสาขา วิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะ วิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

มาใช้ประโยชน์ในองค์กร/หน่วยงาน โดยการ นำเครื่องมือและอุปกรณ์มาใช้ประกอบการตรวจ วินิจฉัย ความผิดปกติของการเคลื่อนไหวในนักกีฬาที่มีการบาดเจ็บจากการเล่นกีฬาในคลินิกกายภาพบำบัด

โดยเริ่มนำมาใช้ประโยชน์ ตั้งแต่วันที่ 20 เดือน มกราคม พ.ศ 2556 ถึงวันที่ 5 เดือน มีนาคม พ.ศ. 2556

ทั้งนี้ผลจากการที่องค์กร/หน่วยงาน ได้นำผลงานวิจัย/งานสร้างสรรค์ ดังกล่าวมาใช้ประโยชน์ พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงในองค์กร/หน่วยงาน พอสรุปได้คือ

1) นักศึกษามีแรงบันดาลใจที่เกิดจากการเห็นและทดลองใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ที่เกิดขึ้นจากความรู้ความสามารถของคนไทย โดยไม่ต้องพึ่งพาเทคโนโลยีจากต่างประเทศ
2) เกิดนวัตกรรมการตรวจ วินิจฉัย ความผิดปกติของการเคลื่อนไหวของผู้ป่วยในคลินิกกายภาพบำบัด

ลงลายมือชื่อ

(ดร.วรชาติ เฉิดชมจันทร์)
คณบดี
วันที่ 15 /มี.ค./2556

ข้อมูลประวัติคณะผู้วิจัย

หัวหน้าโครงการ

1. ชื่อ(ภาษาไทย) นางวรางคณา กิ้มปาน

(ภาษาอังกฤษ) Mrs.Warangkhana Kimpan

2. ตำแหน่งปัจจุบัน

อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์

3. หน่วยงานที่อยู่ที่ติดต่อได้พร้อมโทรศัพท์และโทรสาร

สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
เลขที่ 1 ซอยฉลองกรุง 1 ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520
โทรศัพท์ 02-3298400-11 ต่อ 247 โทรสาร 02-3298412
E-Mail : knwarang@kmitl.ac.th

4. ประวัติการศึกษา

ปีที่จบการศึกษา	ระดับ	สาขาวิชา	ชื่อสถาบัน
2539	ปริญญาตรี	วท.บ. (วิทยาการคอมพิวเตอร์)	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
2544	ปริญญาโท	วท.ม. (วิทยาการสารสนเทศ)	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
2551	ปริญญาเอก	Ph.D. (System Information Engineering)	มหาวิทยาลัยคาโกชิมา ประเทศญี่ปุ่น

5. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิทยาการ

1) Expert System and Artificial Intelligence
2) Software Engineering
3) Database Management System
4) Information System Analysis and Design
5) Information Retrieval

6. ทุนการศึกษาและทุนวิจัยที่เคยได้รับ

1) โครงการวิจัย เรื่องการพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญเพื่อการวิเคราะห์ดินทางการเกษตร โดยเป็นหัวหน้าโครงการวิจัย
<u>แหล่งทุน :</u> คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ประจำปีงบประมาณ 2553

2) โครงการวิจัย เรื่องโปรแกรมชุดฝึกและวิเคราะห์การปฏิสัมพันธ์ระหว่างตากับกล้ามเนื้อมือและแขนเพื่อการบำบัด โดยเป็นหัวหน้าโครงการวิจัย
<u>แหล่งทุน :</u> สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ประจำปีงบประมาณ 2556

3) โครงการวิจัย เรื่องการพัฒนาโปรแกรมนำเที่ยวเกาะรัตนโกสินทร์บนแท็บเล็ตพีซี โดยเป็นหัวหน้าโครงการวิจัย
<u>แหล่งทุน :</u> สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ประจำปีงบประมาณ 2557

7. ผลงานวิจัย/งานสร้างสรรค์ที่ตีพิมพ์เผยแพร่ (ระดับชาติและนานาชาติ)

1) Warangkhana Ngenkaew, Satoshi Ono, and Shigeru Nakayama, **Pheromone-Based Concept in Ant Clustering,** Proceedings of the 3rd International Conference on Intelligent System and Knowledge Engineering (ISKE'08), Xiamen, China, pp. 308- 312, 2008.
2) Warangkhana Kimpan, Natee Rientrakulchai, and Wisan Tangwongcharoen, **Pattern Analysis of Golf Swing using Motion Sensors,** Proceedings the 3rd International Conference on Computer Engineering and Bioinformatics (ICCEB 2013), Bangkok, Thailand, pp. 44-48, 2013.

ผู้ร่วมโครงการ

1. ชื่อ(ภาษาไทย) นายวิสันต์ ตั้งวงษ์เจริญ

(ภาษาอังกฤษ) Mr.Wisan Tangwongcharoen

2. ตำแหน่งปัจจุบัน

อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์

3. หน่วยงานที่อยู่ที่ติดต่อได้พร้อมโทรศัพท์และโทรสาร

สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
เลขที่ 1 ซอยฉลองกรุง 1 ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520
โทรศัพท์ 02-329-8400-11 ต่อ 246
E-Mail : ktwisan@kmitl.ac.th

4. ประวัติการศึกษา

ปีที่จบการศึกษา	ระดับ	สาขาวิชา	ชื่อสถาบัน
2535	ปริญญาตรี	วท.บ. (วิทยาการคอมพิวเตอร์)	มหาวิทยาลัยศิลปากร
2541	ปริญญาโท	วท.ม. (วิทยาการคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ)	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

5. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิทยาการ

1) Database Management System
2) Information System Analysis and Design
3) Object-Oriented Method and Technology
4) Small Integrated Circuit Design
5) Face Recognition

6. ทุนการศึกษาและทุนวิจัยที่เคยได้รับ

1) โครงการวิจัย เรื่องการพัฒนาระบบสารสนเทศการสมัครสอบเข้าศึกษาต่อบนเครือข่ายอินเตอร์เน็ต
<u>แหล่งทุน :</u> บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ประจำปีงบประมาณ 2548

2) โครงการวิจัย เรื่องการพัฒนาระบบสารสนเทศการสมัครสอบเข้าศึกษาต่อบนเครือข่ายอินเตอร์เน็ต
<u>แหล่งทุน :</u> บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ประจำปีงบประมาณ 2549

3) โครงการวิจัย เรื่องการพัฒนาชุดฝึกการควบคุมการทำงานของกล้ามเนื้อด้วยสัญญาณไฟฟ้าป้อนกลับ
<u>แหล่งทุน :</u> สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.)
ประจำปีงบประมาณ 2554

4) โครงการวิจัย เรื่องการพัฒนาโปรแกรมชุดตรวจการเคลื่อนไหวของกระดูกสะบัก โดยเป็นหัวหน้าโครงการวิจัย
<u>แหล่งทุน :</u> สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.)
ประจำปีงบประมาณ 2556

5) โครงการวิจัย เรื่องโปรแกรมชุดฝึกการออกกำลังกายเพื่อการรักษาผู้ป่วยข้อเข่าเสื่อม โดยเป็นหัวหน้าโครงการวิจัย
<u>แหล่งทุน :</u> สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.)
ประจำปีงบประมาณ 2557