อุปกรณ์วัดแคลอรี่โดยใช้เซนเซอร์ตรวจวัดอัตราการเต้นของหัวใจขณะออกกำลังกาย

A Calories Monitoring Device with Pulse Rate Sensor for Used during Exercise

ชาญวิทย์ จงประเสริฐ

Chanwit Jongprasert

ธนพล เรืองวิชเญศ

Thanapol Ruangwitchayes

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมชีวการแพทย์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2559

อุปกรณ์วัดแคลอรี่โดยใช้เซนเซอร์ตรวจวัดอัตราการเต้นของหัวใจขณะออกกำลังกาย

A Calories Monitoring Device with Pulse Rate Sensor for Used during Exercise

โดย

ชาญวิทย์ จงประเสริฐ

ธนพล เรืองวิชเญศ

อาจารย์ที่ปรึกษา

รศ.ดร. สุรพันธุ์ เอื้อไพบูลย์

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมชีวการแพทย์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2559

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์	อุปกรณ์วัดแคลอรี่โดยใช้เซนเซอร์ตรวจวัดอัตราการเต้นของหัวใจขณะออกกำลังกาย	
นักศึกษา	นาย ชาญวิทย์ จงประเสริฐ	รหัสประจำตัว 56010302
	นาย ธนพล เรืองวิชเญศ	รหัสประจำตัว 56010529
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต	
สาขาวิชา	วิศวกรรมชีวการแพทย์	
ปีการศึกษา	2559	
อาจารย์ปรึกษาปริญญานิพนธ์	รศ.ดร. สุรพันธุ์ เอื้อไพบูลย์	

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ได้รับการอนุมัติให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง

.....

(รศ.ดร. สุรพันธุ์ เอื้อไพบูลย์)

อาจารย์ที่ปรึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์	อุปกรณ์วัดแคลอรี่โดยใช้เซนเซอร์ตรวจวัดอัตราการเต้นของหัวใจขณะออกกำลังกาย
นักศึกษา	นาย ชาญวิทย์ จงประเสริฐ รหัสประจำตัว 56010302
	นาย ธนพล เรืองวิชเญศ รหัสประจำตัว 56010529
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมชีวการแพทย์
ปีการศึกษา	2559
อาจารย์ปรึกษาปริญญานิพนธ์	รศ.ดร. สุรพันธุ์ เอื้อไพบูลย์

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันคนส่วนใหญ่หันมาสนใจเรื่องสุขภาพมากขึ้นกว่าในอดีต แต่ทว่าโรคอ้วนหรือโรคไขมันส่วนเกินยังคงเกิดขึ้นเนื่องจากการขาดการวัดแคลอรี่ ซึ่งนำไปสู่การสร้างอุปกรณ์ที่สามารถบ่งบอกถึงแคลอรี่ในขณะที่ออกกำลังกายแบบเรียลไทม์โดยมีต้นทุนที่ต่ำกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับอุปกรณ์ที่มีตามท้องตลาดด้วยการใช้เซนเซอร์ตรวจวัดอัตราการเต้นของหัวใจช่วยให้เราสามารถวัดแคลอรี่ในทุกขณะของการออกกำลังกาย นอกจากนี้อุปกรณ์ยังสามารถแสดงข้อมูลได้แบบเรียลไทม์ ในงานวิจัยนี้จะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ส่วนแรกคือส่วนของวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ซึ่งประกอบไปด้วยเซนเซอร์ตรวจวัดอัตราการเต้นของหัวใจนำไปติดกับถุงมือออกกำลังกาย ส่วนที่สองคือส่วนแสดงผล ที่แสดงข้อมูลโดยจะถูกวิเคราะห์ผลผ่านโปรแกรม MATLAB ผลจากการวัดอัตราการเต้นของหัวใจจะถูกวัดออกมาในรูป BPM ของผู้ใช้ในแต่ละคนและถูกประมวลผลเป็นค่าแคลอรี่ในที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	A Calories Monitoring Device with Pulse Rate Sensor for Used during Exercise
Student	Chanwit Jongprasert Student ID 56010302
	Thanapol Ruangwitchayes Student ID 56010529
Degree	Bachelor of Engineering
Program	Biomedical Engineering
Year	2016
Thesis Advisor	Assoc.Prof.Dr. Surapan Airphaiboon

ABTRACT

Nowadays, the majority of people has come to focusing on the health issues more than in the past, but the problems like obesity, overweight or excess fat diseases still occurs because the lack of the calories meters. This leads to the overcontrol of the calories in our body, which brought to a creation of a device that could indicate the calories while exercising real-time with a lower cost compare to those in the market. With the used of pulse rate sensor, allow us to measure the calories in all states of the exercise. This also give an ability for the device to display the data in real-time. The researched has been divided into 2 parts, first which was the microcontroller circuit that composed of the pulse rate sensor attached to an exercise glove. The second part where the monitor display the data analyzed in MATLAB, the result from measuring pulse rate will be the BPM of each user and later processed into calories number.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

การทำวิทยานิพนธ์นี้สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีเนื่องจากได้รับความอนุเคราะห์และคำปรึกษาจากบุคคลหลายท่าน ตลอดทั้งให้ความรู้ในการทำโครงงานแก่คณะผู้จัดทำมาโดยตลอด คณะผู้จัดทำขอขอบพระคุณหลักสูตรวิศวกรรมชีวการแพทย์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่สนับสนุนเครื่องมือ สถานที่และงบประมาณในการศึกษา ออกแบบ สร้างและทดสอบต้นแบบเครื่องในวิทยานิพนธ์นี้

คณะผู้จัดทำขอขอบพระคุณ รศ.ดร. สุรพันธุ์ เอื้อไพบูลย์ อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน ที่ให้ความ สนับสนุน แนะแนวทาง ให้ความกรุณาตรวจผลงานและแก้ไขข้อบกพร่องในเอกสารและชิ้นงานให้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น รวมถึงให้ความช่วยเหลือในเรื่องต่างๆอย่างเต็มที่ ขอขอบพระคุณอาจารย์ประจำหลักสูตรที่ถ่ายทอดวิชาความรู้ต่างๆแก่คณะผู้จัดทำ

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณ บิดา มารดาที่เลี้ยงดู อบรมสั่งสอนและให้การศึกษาอย่างดี ทำให้คณะผู้จัดทำมีวันนี้ได้ และยังให้คำปรึกษาในทุกๆด้าน รวมถึงเป็นแรงผลักดันให้คณะผู้จัดทำในการทำสิ่งต่างๆให้ประสบความสำเร็จ

ชาญวิทย์ จงประเสริฐ

ธนพล เรืองวิชเญศ

ผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาภาษาไทย I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ II

กิตติกรรมประกาศ III

สารบัญ IV

สารบัญรูปภาพ VIII

สารบัญตาราง XI

บทที่ 1 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา 1

1.3 สมมุติฐานของการศึกษา 1

1.4 ขอบเขตการวิจัย 2

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 2

บทที่ 2 3

2.1 ความรู้พื้นฐานของคลื่นไฟฟ้าหัวใจและวิธีการตรวจ 3

2.1.1 คลื่นไฟฟ้าหัวใจคืออะไร 3

2.1.2 วิธีตรวจคลื่นไฟฟ้าหัวใจ 3

2.1.3 12leads มาตรฐาน 5

2.1.4 ส่วนประกอบต่าง ๆ ของคลื่นไฟฟ้าหัวใจ 6

2.1.5 Vectorcardiogram 8

2.2 ชีพจร (Pulse rate) 9

2.2.1 ความหมายของชีพจร 9

2.2.2 ชีพจรบอกอะไร 9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

2.2.3 อัตราชีพจรของคนปกติเป็นอย่างไร 9

2.2.4 ชีพจรกับการออกกำลังกาย 10

2.2.5 วิธีการวัดชีพจร 11

2.3 การเต้นของหัวใจกับการออกกำลังกาย 12

2.3.1 ความสำคัญของการเต้นหัวใจกับการออกกำลังกาย 12

2.3.2 วิธีคำนวน Maximum Heart Rate 14

2.4 ระบบกล้ามเนื้อกับการออกกำลังกาย 19

2.4.1 โครงสร้างของกล้ามเนื้อลาย หน้าที่ บทบาท และชนิดของเส้นใยกล้ามเนื้อ 19

2.4.2 การทำงานของกล้ามเนื้อลาย 27

2.4.3 แหล่งพลังงานของกล้ามเนื้อลาย 28

2.4.4 ผลของการออกกำลังกายที่มีต่อกล้ามเนื้อลาย 29

2.5 ไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller) 33

2.5.1 ประเภทของไมโครคอนโทรลเลอร์ 33

2.5.2 ภาษาที่ใช้ในการเขียนไมโครคอนโทรลเลอร์ 34

2.5.3 การประยุกต์ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ 34

2.5.4 ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino 34

2.6 การสื่อสารไร้สายแบบ Bluetooth 37

2.6.1 หลักการทางานของ Bluetooth 38

2.6.2 ความถี่คลื่นวิทยุ 38

2.6.3 ระยะเชื่อมต่อของบลูทูธ 38

2.6.4 ส่วนประกอบของชุดข้อมูล 38

2.6.5 อัตราเร็วในการแลกเปลี่ยนข้อมูล 39

2.6.6 หลักการทางานของบลูทูธ 39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

2.6.7 รูปแบบการสื่อสาร (Application protocol) 39

2.7 โปรแกรม MATLAB 40

2.7.1 MATLAB คืออะไร 40

2.7.2 ภาษาคอมพิวเตอร์ระดับสูงและส่วนประกอบต่างๆ MATLAB 49

บทที่ 3 55

3.1 การออกแบบและทดลองในส่วนไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller) 55

3.1.1 วิธีที่ใช้ศึกษาค้นคว้าและวิจัยการทดลอง 55

3.1.2 เครื่องมือและวิธีการทดลอง 55

3.2 การออกแบบโปรแกรม MATLAB เพื่อวิเคราะห์ผล 57

3.2.1 การส่งข้อมูล Heart rate โดยใช้ Blutooth Module 57

3.2.2 การสร้างโปรแกรม MATLAB เพื่อคำนวณ Calories และ BMR 58

3.3 การออกแบบและทดลองในส่วนอุปกรณ์ต้นแบบ 64

3.3.1 วิธีที่ใช้ศึกษาค้นคว้าและวิจัยการทดลอง 64

3.3.2 เครื่องมือและวิธีการทดลอง 64

3.4 การออกแบบและทดลองในส่วนอุปกรณ์จริง 66

3.4.1 วิธีที่ใช้ศึกษาค้นคว้าและวิจัยการทดลอง 66

3.4.2 เครื่องมือและวิธีการทดลอง 67

บทที่ 4 70

4.1 ผลการทดลองในส่วนไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller) 70

4.2 ผลการทดลองจากโปรแกรม MATLAB 72

4.3 ผลการทดลองจากอุปกรณ์ต้นแบบ 73

4.4 ผลการทดลองจากอุปกรณ์จริง 74

4.4.1 ส่วนฮาร์ดแวร์ 74

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

4.4.2 ส่วนซอฟต์แวร์ 76

บทที่ 5 77

5.1 สรุปผลการวิจัย 77

5.2 ข้อจำกัดของงานวิจัย 77

5.3 ข้อเสนอแนะ 77

เอกสารอ้างอิง 78

ภาคผนวก 80

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

หน้า

รูปที่ 2.1 การไหลของกระแสไฟฟ้าในหัวใจ 3

รูปที่ 2.2 การติด electrodes มาตรฐาน 12leads 4

รูปที่ 2.3 ตำแหน่ง leads ต่าง ๆ 5

รูปที่ 2.4 ส่วนต่าง ๆ ของคลื่นไฟฟ้าหัวใจ 6

รูปที่ 2.5 รูปแบบของสัญญาณไฟฟ้าหัวใจแบบต่างๆ 7

รูปที่ 2.6 vectorcardiogram 8

รูปที่ 2.7 แรงที่มีทิศทางและขนาดที่แน่นอนในแกน x,y,z 8

รูปที่ 2.8 exercise zones 13

รูปที่ 2.9 zones ต่างๆ เทียบกับ heart rate 16

รูปที่ 2.10 ชื่อ zones ต่างๆ ของการออกกำลังกาย 17

รูปที่ 2.11 ช่วงการออกกำลังกายต่าง ๆ 17

รูปที่ 2.12 Connective tissue wrapping of skeletal muscle 21

รูปที่ 2.13 Skeletal muscle fiber 21

รูปที่ 2.14 Microscopic anatomy of a skeletal muscle fiber 23

รูปที่ 2.15 Arduino Uno 35

รูปที่ 2.16 Arduino Micro 36

รูปที่ 2.17 Arduino Yún 36

รูปที่ 2.18 Arduino program 37

รูปที่ 2.19 โปรแกรม Matlab 40

รูปที่ 2.20 การคำนวนทางคณิตศาสตร์แบบใช้มือ 42

รูปที่ 2.21 เครื่องคิดเลขวิทยาศาสตร์ที่สามารถส่งข้อมูลไปแสดงผลยังคอมพิวเตอร์ได้ 42

รูปที่ 2.22 การใช้ Matlab หาค่าการบวกกันของเมตริกซ์ขนาด 3 x 3 43

รูปที่ 2.23 การคำนวณคณิตศาสตร์เชิงตัวแปรโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ 44

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ(ต่อ)

หน้า

รูปที่ 2.24 ผลลัพธ์จากคำสั่งในโปรแกรม Matlab 46

รูปที่ 2.25 ผลลัพธ์จากคำสั่งในโปรแกรม Matlab 47

รูปที่ 2.26 Cleve Moler ผู้ค้นพบ Matlab 48

รูปที่ 2.27 บล็อกไดอะแกรมภาษาระดับสูงสำหรับการเขียนโปรแกรม 49

รูปที่ 2.28 ส่วนประกอบภายในของ Matlab 50

รูปที่ 2.29 การคำนวณเชิงเทคนิคด้วย Matlab 52

รูปที่ 2.30 หมวดหมู่ทูลบ็อกซ์ของโปรแกรม Matlab 53

รูปที่ 2.31 เปรียบเทียบกับกระบวนการพัฒนางานโปรแกรมคอมพิวเตอร์และงานด้านวิศวกรรม 54

รูปที่ 3.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง 56

รูปที่ 3.2 การทดลองเพื่อเปรียบค่า BPM จากอุปกรณ์ที่สร้างขึ้นกับ Patient Monitor 57

รูปที่ 3.3 Bluetooth module HC-06 57

รูปที่ 3.4 อุปกรณ์ Pulse sensor 58

รูปที่ 3.5 block diagram ของอุปกรณ์วัดแคลอรี่ 59

รูปที่ 3.6 GUI ของโปรแกรม 60

รูปที่ 3.7 Flow chart ของโปรแกรม 62

รูปที่ 3.8 หน้าต่าง MATLAB Compiler 63

รูปที่ 3.9 หน้าต่าง MATLAB Compiler ระหว่างสร้างโปรแกรม 63

รูปที่ 3.10 หน้าต่าง MATLAB Compiler เมื่อกระบวนการสร้างโปรแกรมสำเร็จ 64

รูปที่ 3.11 การต่อวงจร Arduino ด้วยตัวเอง 65

รูปที่ 3.12 เครื่องพิมพ์ 3 มิติ 66

รูปที่ 3.13 วงจรบอร์ด Arduino 67

รูปที่ 3.14 ส่วนกล่องของชิ้นงาน 67

รูปที่ 3.15 ส่วนฝาของชิ้นงาน 68

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ(ต่อ)

หน้า

รูปที่ 3.16 การออกกำลังกายเพื่อเก็บผลการทดลอง (1) 69
รูปที่ 3.17 การออกกำลังกายเพื่อเก็บผลการทดลอง (2) 69
รูปที่ 4.1 ค่า Heart Rate และเวลาที่ใช้ไปทั้งหมดจากการทดลองกับ Arduino 70
รูปที่ 4.2 ค่า Heart Rate จากการทดลองกับ Patient Monitor 71
รูปที่ 4.3 กราฟ Pulse Rate ที่ได้จากการพล็อตผ่านโปรแกรม Arduino 71
รูปที่ 4.4 ผลลัพธ์จากโปรแกรม Matlab ในการคำนวณแคลอรี่เพศชาย 72
รูปที่ 4.5 ผลลัพธ์จากโปรแกรม Matlab ในการคำนวณแคลอรี่เพศหญิง 73
รูปที่ 4.6 อุปกรณ์ต้นแบบ 74
รูปที่ 4.7 อุปกรณ์จริง (1) 74
รูปที่ 4.8 อุปกรณ์จริง (2) 75
รูปที่ 4.9 อุปกรณ์จริง (3) 75

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 คุณสมบัติของเส้นใยกล้ามเนื้อลายชนิดต่างๆ 24

ตารางที่ 2.2 คุณสมบัติของเส้นใยกล้ามเนื้อลายชนิดต่างๆ (ต่อ).....25

ตารางที่ 4.1 ผลการทดลองวัดแคลอรี่ 76

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

แนวโน้มในปัจจุบัน เยาวชนในประเทศไทยนั้นมีความสนใจในการออกกำลังกายกันอย่างมาก ซึ่งสิ่งที่ตามมาคือมีกิจการทางด้านการออกกำลังกายเติบโตอย่างรวดเร็ว ทำให้เยาวชนไทยปัจจุบัน ให้ความสำคัญกับการออกกำลังกายเพื่อสุขภาพและเพิ่มกล้ามเนื้อของตนเองมากขึ้น ดังนั้นผู้ทำวิจัย จึงเห็นว่า ผู้ออกกำลังกายควรมีอุปกรณ์เพื่อแสดงค่าแคลอรี่ที่บ่งบอกพลังงานที่ถูกเผาผลาญไปในขณะออกกำลังกายได้ และสามารถวิเคราะห์ค่าแคลอรี่ออกมาได้อย่างทันที ผู้ทำวิจัยจึงเกิดความคิดในการพัฒนาอุปกรณ์ที่เพิ่มความสามารถในการเผาผลาญพลังงานในขณะออกกำลังกาย และวิเคราะห์ผลผ่านโปรแกรมคอมพิวเตอร์ได้อย่างแม่นยำ

1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา

1. มีความรู้ความเข้าใจในสัญญาณไฟฟ้าพื้นฐานของหัวใจ(ECG) และการหาค่า ชีพจร(Pulse rate) จากนั้นนำค่าชีพจร(Pulse rate) มาคำนวณ Calories

2. เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างจากทฤษฎีที่เรียนรู้กับผลการทดลองที่ได้จริง

3. ศึกษาสภาพต่าง ๆ ที่บ่งบอกถึงการเผาผลาญพลังงานขณะออกกำลังกาย

4. สามารถนำผลที่ได้จากการเรียน และ ทดลองมาประยุกต์ใช้ในชีวิตจริงได้

1.3 สมมุติฐานของการศึกษา

1. การคำนวณ Calories มีความคล้ายคลึงกันระหว่างทฤษฎี และ ผลที่ได้จากการทดลองจริง และ สามารถเห็นความแตกต่างระหว่างผู้ที่ออกกำลังกายเป็นประจำกับผู้ที่ไม่ได้ออกกำลังกายได้

2. สามารถจำแนกความแตกต่างทางกายภาพ ที่บ่งบอกสุขภาพของร่างกายได้

3. อุปกรณ์ที่สร้างสามารถหาค่า Calories ได้แม่นยำมากกว่า 70 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 ขอบเขตการวิจัย

สามารถสร้างอุปกรณ์ที่ใช้ในการแสดงผล ค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ได้ดังนี้ ชีพจร(Pulse rate), Calories ตลอดจนสามารถนำค่าพารามิเตอร์ดังกล่าวมาวิเคราะห์สุขภาพเพื่อหาความสามารถในการเผาผลาญพลังงานขณะออกกำลังกาย โดยอาศัยเซนเซอร์วัดอัตราการเต้นของหัวใจ

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้รับความรู้ความเข้าใจด้านวิทยาศาสตร์สุขภาพมากขึ้น

2. มีความรู้ความเข้าใจในหลักการวิเคราะห์ วิจัยการทดลองมากขึ้น

3. สามารถนำหลักการจากอุปกรณ์ที่สร้างขึ้น มาประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันสำหรับบุคคลทั่วไปได้

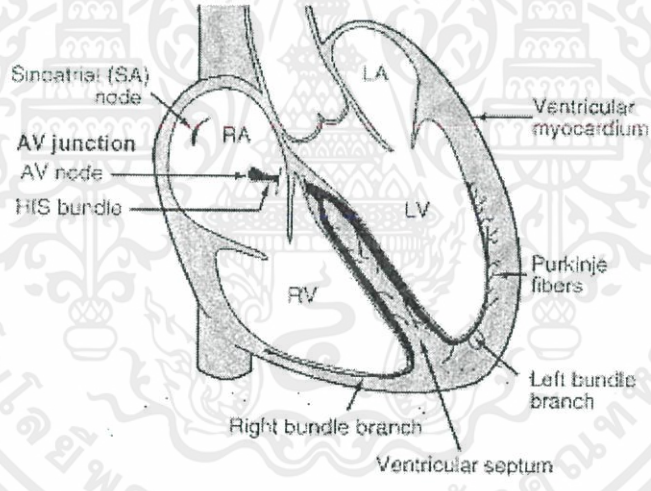
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
หลักการและทฤษฎี

2.1 ความรู้พื้นฐานของคลื่นไฟฟ้าหัวใจและวิธีการตรวจ

2.1.1 คลื่นไฟฟ้าหัวใจคืออะไร

คือคลื่นไฟฟ้าที่เกิดจากการไหลของกระแสไฟฟ้าในหัวใจที่มีจุดกำเนิดเริ่มต้นจากsinus node ผ่าน ไปยัง AVnode -> His bundle -> bundle branch -> Purkinje fibers-> ventricular myocardium โดยเราใช้เครื่องมือ ที่บันทึกเรียกว่า"electrocardiograph" และตัวบันทึกเรียก ว่า "electrocardiogram"

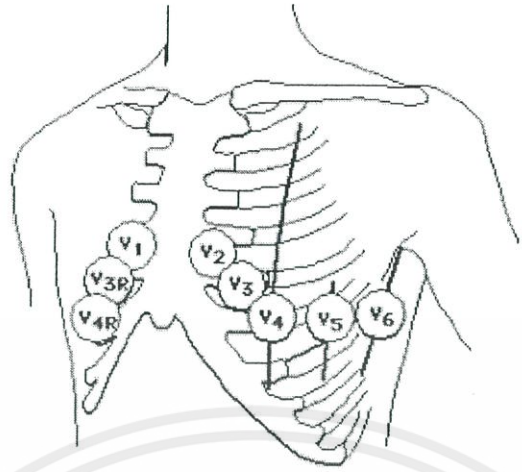


รูปที่ 2.1 การไหลของกระแสไฟฟ้าในหัวใจ

2.1.2 วิธีตรวจคลื่นไฟฟ้าหัวใจ

ทำโดยการติด electrodes ที่แขนขาทั้งสองข้าง(ขาขวาเป็นground)และตามจุดต่าง ๆ บริเวณหน้าอกดังรูปและ run เครื่องบันทึก leads ต่าง ๆ มาตรฐาน 12leads

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.2 การติด electrodes มาตรฐาน 12leads

V1 ช่องซี่โครงที่ 4 ขอบขวาของกระดูก sternum

V2 ช่องซี่โครงที่ 4 ขอบซ้ายของกระดูก sternum

V3 อยู่กึ่งกลางระหว่าง V2 และ V4

V4 ช่องซี่โครงที่ 5 แนวกึ่งกลาง clavicle ข้างซ้าย

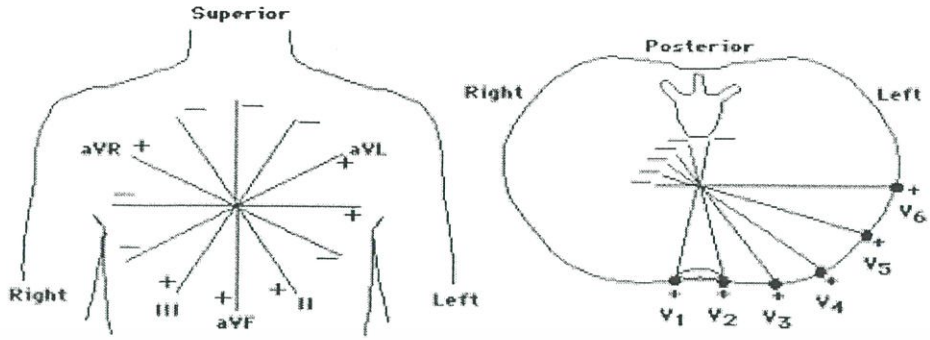
V5 ระดับเดียวกับ V4 แนว anterior axillary line

V6 ระดับเดียวกับ V4 แนว midaxillary line

V3R อยู่กึ่งกลางระหว่าง V1 และ V4R

V4R ช่องซี่โครงที่ 5 แนวกึ่งกลาง clavicle ข้างขวา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.3 ตำแหน่ง leads ต่าง ๆ

2.1.3 12leads มาตรฐาน

- Bipolar limb leads วัดความต่างศักย์ไฟฟ้าระหว่าง 2 จุดของแขน/ขา

Lead 1 วัดความต่างศักย์ไฟฟ้าของแขนซ้าย-แขนขวา

Lead 2 วัดความต่างศักย์ไฟฟ้าของขาซ้าย-แขนขวา

Lead 3 วัดความต่างศักย์ไฟฟ้าของขาซ้าย-แขนซ้าย

- Unipolar limb leads วัด voltage ของแขน/ขา เทียบกับ central terminal ซึ่งมีศักย์ไฟฟ้าเป็นศูนย์

Lead aVR วัด voltage ของแขนขวา (คือelectrical augmentation 50%)

Lead aVL วัด voltage ของแขนซ้าย

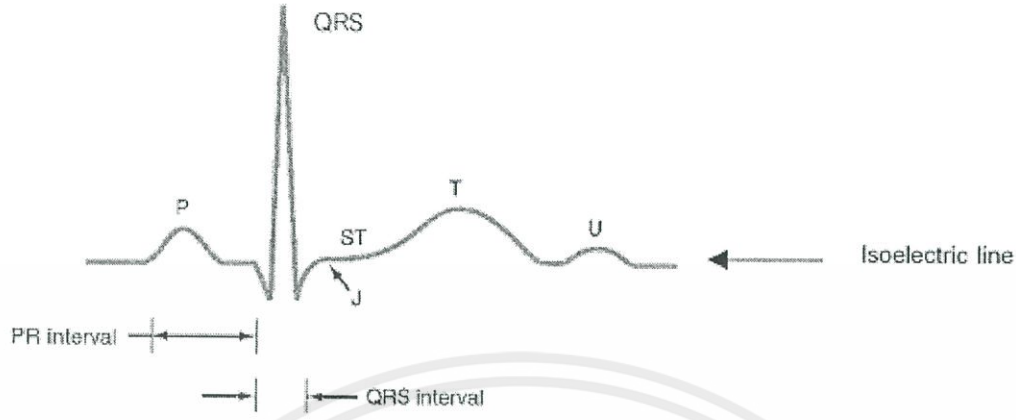
Lead aVF วัด voltage ของขาซ้าย

- Chest leads วัด voltage ในแนวhorizontal plane:unipolar leads

Lead V1-V6 วัด voltageที่จุดต่าง ๆที่ V1-V6 เทียบกับ central terminal (indifferent electrode)

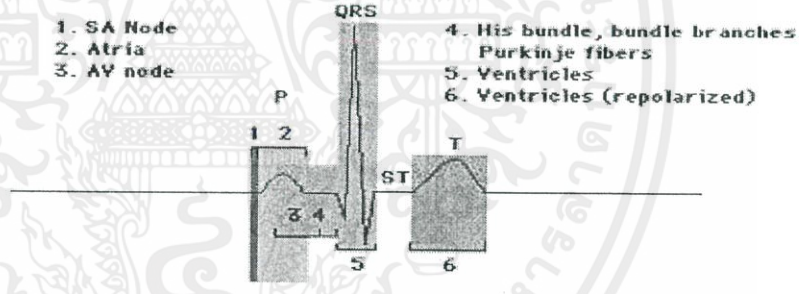
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.4 ส่วนประกอบต่าง ๆ ของคลื่นไฟฟ้าหัวใจ

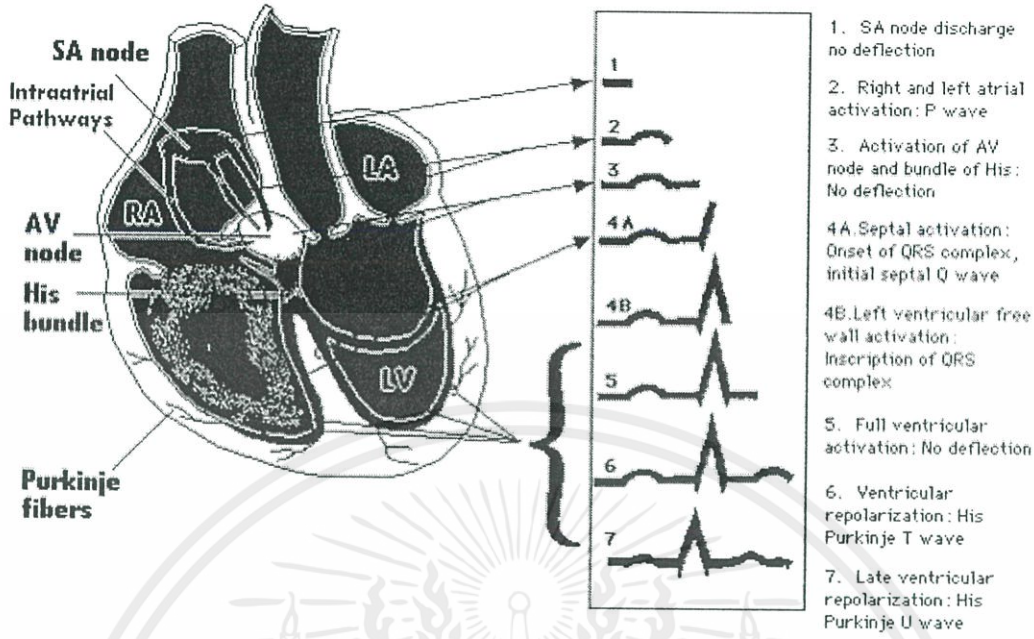


รูปที่ 2.4 ส่วนต่าง ๆ ของคลื่นไฟฟ้าหัวใจ

คลื่นไฟฟาหัวใจเกิดจากการนำไฟฟาเกิด depolarization& repolarization ในสวนตางๆของหัวใจโดยเราใชเครื่องบันทึกที่ตำแหนงตางๆตาม leads ที่กำหนดขึ้น ถากระแสไฟฟาไหลเขาหาขั้วบวก เครื่องจะบันทึกคลื่นไฟฟาเปนหัวตั้งหรือเปนบวก(เหนือ isoelectric line) ถากระแสไฟฟาไหล เขาหาขั้วลบ เครื่องจะบันทึกคลื่นไฟฟาเปนหัวกลับหรือเปนลบ (ใตisoelectric line)

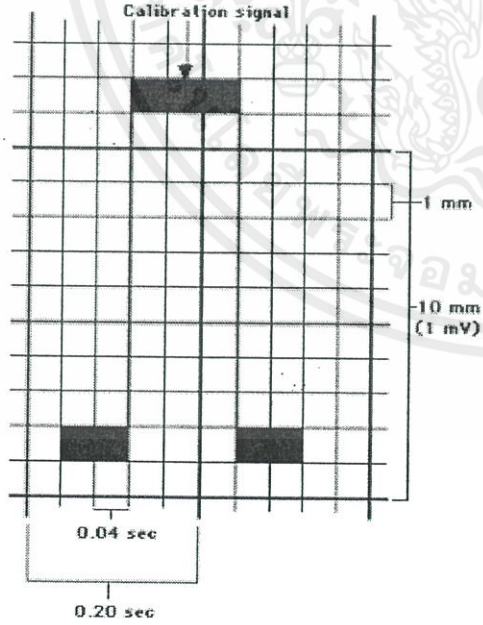


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.5 รูปแบบของสัญญาณไฟฟ้าหัวใจแบบต่างๆ

สวนประกอบของกระดาษตรวจคลื่นไฟฟาหัวใจ

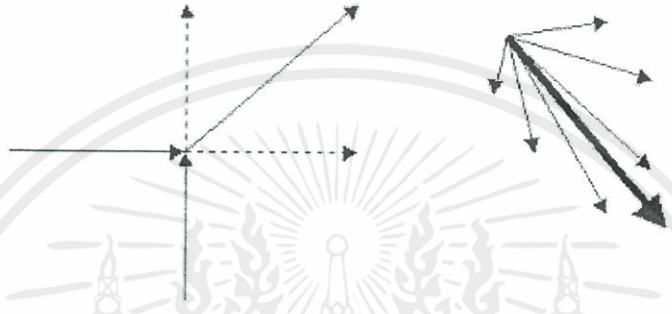


1 ชองเล็กสุดในกระดาษทั้งแนวนอนและแนวตั้ง เทากับ 1mm ความเร็วกระดาษเทากับ 25mm/sec ดังนั้น 1ชอง เล็กสุดในแนวน้อนจึง เทากับ1/25หรือ0.04sec ในแนวตั้งมาตรฐาน 1mV=10mm โดยสังเกตไดจาก calibration signal ดังนั้นกอนแปลผลECGทุกครั้งตองcheck paper speed(ดูที่เครื่องหรือดูจากECG waveformที่กวางผิดปกติ ทั้งหมด) และ calibration signal(ดูที่tracings)ดวย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

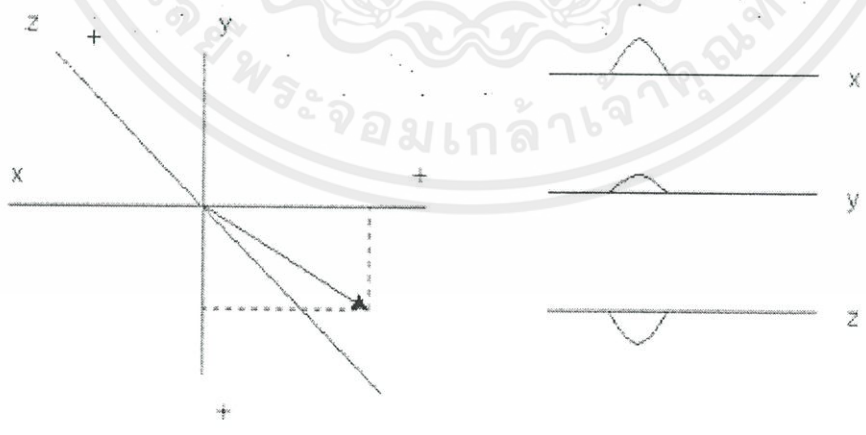
2.1.5 Vectorcardiogram

Vector เปนสัญญลักษณที่ใชแทนขนาดและทิศทางของพลังงานเชน กระแสไฟฟา,พลังงาน กล โดยใชรูปลูกศร:ทิศทางของลูกศรบอกทิศทางของแรง,ความยาวของลูกศรบอกขนาดของแรง Vectorcardiogram เปนvectorที่ใชแทนคลื่นไฟฟาหัวใจมีประโยชนในการเขาใจพื้นฐานของ ECG ได ดีขึ้น



รูปที่ 2.6 vectorcardiogram

- รูปที่1แสดงผลลัพธของขนาดและแนวแรง เมื่อมีแรง2แรงทิศทางตางกันมาปะทะกัน
- รูปที่2แสดงคาเฉลี่ยของแนวแรงโดยใช vector



รูปที่ 2.7 แรงที่มีทิศทางและขนาดที่แน่นอนในแกน x,y,z

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปจะเห็นวาแรงหรือพลังงานแทนดวยลูกศรที่มีทิศทางและขนาดที่แนนอนเมื่อวัดในแนว แกน x,y,z จะใหผลออกมาตางกัน

2.2 ชีพจร (Pulse rate)

2.2.1 ความหมายของชีพจร

ชีพจร คือ คลื่นที่เกิดจากการหดหรือขยายตัวของหลอดเลือดแดงเนื่องการไหลผ่านของเลือด ธรรมชาติของหลอดเลือดแดงมีความยืดหยุ่นได้ และมีกล้ามเนื้อวงรอบหลอดเลือด เมื่อหัวใจบีบ 1 ครั้ง เลือดจำนวนหนึ่งจะถูกสูบฉีดเข้าไปในหลอดเลือด ดันให้หลอดเลือดแดงขยายออก เมื่อแรงดันในหลอดเลือดลดลง หลอดเลือดจะหยุ่นตัวกลับ ประกอบกับการหดตัวของกล้ามเนื้อวงรอบหลอดเลือด ทำให้หลอดเลือดตีบแคบลง เป็นการช่วยดันเลือดให้เคลื่อนไปสู่อวัยวะส่วนปลายต่อไป ในการทำงานของระบบการไหลเวียนเลือด หัวใจจะบีบและคลายตัวสลับกันเป็นจังหวะ หลอดเลือดจึงยืดและหยุ่นตัวเป็นจังหวะตามไปด้วย ทำให้เกิดคลื่นที่เห็นได้หรือสัมผัสได้ ตำแหน่งที่เราจะพบชีพจรมีอยู่หลายแห่งในร่ายกาย ทุกแห่งเป็นส่วนของร่างกายที่เส้นเลือดแดงอยู่ตื้นหรือใกล้ผิวหนังได้แก่ ที่บริเวณขมับด้านข้างของคอ ใต้ข้อมือ ข้อพับของข้อศอก ขาหนีบ ข้อพับของเข่า ข้อเท้า และหลังเท้า เป็นต้น

2.2.2 ชีพจรบอกอะไร

การรู้จักชีพจรของตนเอง จะให้ความรู้เกี่ยวกับสภาพร่างกายของตนเองได้หลายอย่าง เช่น อัตราชีพจรเร็วหรือช้าเกินกว่าที่ควรจะเป็น หรือมีการเต้น ๆ หยุด ๆ ไม่สม่ำเสมอ อาจเป็นเพราะมีความผิดปกติของระบบการไหลเวียนของเลือดอยู่แล้วโดยไม่รู้ตัว เมื่อทราบแล้วจะได้รีบไปรับการตรวจจากแพทย์แต่เนิ่น ๆ เป็นต้น สำหรับนักกีฬาและผู้ฝึกสอนกีฬาชีพจรยิ่งมีประโยชน์มากขึ้นไปอีก เพราะสามารถนำมาใช้ในการประเมินความสมบูรณ์ของร่างกายและจัดปริมาณการฝึก ซ้อมได้ด้วย

2.2.3 อัตราชีพจรของคนปกติเป็นอย่างไร

ในคนปกติ อัตราชีพจรจะแตกต่างกันไปตามอายุ เพศเวลา กิจกรรมทางกาย และสภาวะทางจิตใจ ในเด็ก อัตราชีพจรจะมากกว่าผู้ใหญ่ อัตราชีพจรหญิงจะมากกว่าชาย เวลาเช้าจะน้อยกว่าเวลาบ่าย ขณะใช้กำลังกายจะมากกว่าพัก ขณะตื่นเต้นจะมากกว่าสงบ ถ้าตัดเรื่องการใช้กำลังกายและสภาวะทางจิตใจออกไปแล้ว ในผู้ใหญ่ชายจะอยู่ระหว่าง 60 - 80 ครั้งต่อนาที และหญิงอยู่ระหว่าง 70 ถึง 90 ครั้งต่อนาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับนักกีฬา ผลจากการฝึกซ้อมจะทำให้ระบบการไหลเวียนเลือดทำงานอย่างประหยัด ในขณะพักหัวใจจะเต้นช้ากว่าคนปกติได้มาก ยิ่งเป็นนักกีฬาที่ใช้ความอดทนสูง เช่น วิ่งมาราธอน จักรยานระยะไกล อัตราชีพจรขณะพักอาจลดลงต่ำเหลือเพียง 40 ครั้งต่อนาที (เคยตรวจพบในนักจักรยานของไทย) หรือต่ำกว่า 33 ครั้งต่อนาที เท่าที่พบในรายงานของนักกีฬาต่างประเทศ

2.2.4 ชีพจรกับการออกกำลังกาย

เมื่อเริ่มออกกำลัง ความต้องการเลือดของกล้ามเนื้อส่วนที่ออกกำลังจะเพิ่มขึ้น หัวใจจะต้องสูบฉีดเลือดมากขึ้น ชีพจรจึงเร็วขึ้น แต่การปรับตัวจะต้องค่อย ๆ เพิ่มขึ้นเป็นลำดับ ไม่ใช่เปลี่ยนจาก 70 ครั้งต่อนาทีเป็น 150 ครั้งต่อนาทีได้ทันที ถ้าเป็นการออกกำลังกายแบบความหนักไม่มากนักและคงที่สม่ำเสมอ ในระยะ 1-3 นาทีแรก อัตราชีพจรจะค่อย ๆ เพิ่มขึ้น เรียกว่าเป็นระยะปรับตัว และจะคงที่อยู่ถ้าความหนักนั้นไม่เปลี่ยนแปลง เรียกว่า ระยะคงที่ เมื่อหยุดออกกำลังชีพจรจะค่อย ๆ ลดลงจนสู่ระยะเดิมเรียกว่า ระยะฟื้นตัว แต่ถ้าเป็นการออกกำลังแบบเพิ่มความหนักขึ้นเรื่อย ๆ จะไม่มีระยะคงที่ เพราะชีพจรจะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ตามความหนักไปจนถึงระดับที่ชีพจรไม่สามารถเพิ่มขึ้นได้อีกแม้จะเพิ่มความ หนักต่อไป อัตราชีพจรในตอนนี้เรียกว่า เป็นอัตราชีพจรสูงสุดของคนผู้นั้น ซึ่งเมื่อถึงขั้นนี้แล้วการออกำลังในระดับนั้นจะทำไม่ได้ต่อไป

อัตราชีพจรสูงสุดขึ้นอยู่กับอายุ โดยเฉลี่ยแล้วอัตราชีพจรสูงสุดในคนอายุต่ำกว่า 20 ปี จะถึง 200 ครั้งต่อนาที หรือกว่านั้นแล้วค่อย ๆ ลดลงตามลำดับตาราง

อายุ	อัตราชีพจรสูงสุด
15	210
25	200
35	190
40	180
45	170
50	160
55	150
60	140

ในการแข่งขันกีฬา อัตราชีพจรของนักกีฬาระหว่างการแข่งขันจะแตกต่างกันไปตามประเภทกีฬา เกมการเล่นเทคนิค และแทคติกที่ใช้ กีฬาบางประเภท การเปลี่ยนแปลงของชีพจรตลอดระยะเวลาการแข่งขันไม่มาก เช่น นักวิ่งระยะไกล หรือจักรยานระยะไกล เมื่อพ้นระยะปรับตัวแล้วชีพจรจะค่อนข้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คงทีอยู่ในระดับต่ำกว่าชีพจรสูงสุด เช่น อยู่ระหว่าง 140 - 150 ครั้งต่อนาที เกือบตลอดระยะทาง จะมีการเปลี่ยนแปลงบ้างก็ตอนผ่อนความเร็วหรือเร่งความเร็ว ซึ่งอัตราชีพจรจะลดลงหรือเพิ่มขึ้นตามไป บางครั้งตลอดเวลาการแข่งขันชีพจรอาจไม่เกิน 160 ครั้งต่อนาทีเลยก็มี ถ้าไม่ต้องมีการเร่งเพื่อแซงหรือสปริ้นเข้าเส้นชัย สำหรับกีฬาบางประเภทที่มีลักษณะไม่สม่ำเสมอ เช่น ฟุตบอล บาสเกตบอล วอลเลย์บอล แบคมินตัน ฯลฯ ในระหว่างการแข่งขันอัตราชีพจรอาจลดลงถึง 120 ครั้งต่อนาทีหรือเพิ่มขึ้นถึงกว่า 180 ครั้งต่อนาที ขึ้นอยู่กับความหนักกับเบาของเกม

อัตราชีพจรของนักกีฬากับผู้ไม่ใช่นักกีฬาแตกต่างกันอย่างไร
ชีพจรของนักกีฬาขณะพักจะต่ำกว่าผู้ที่ไม่ใช่นักกีฬาและในขณะออกกำลังกายและในการพักหลังการออกกำลังกายก็จะต่ำกว่าด้วย

2.2.5 วิธีการวัดชีพจร

ชีพจรคืออัตราที่หลอดเลือดหดและขยายตัวตามจังหวะการเต้นของหัวใจสามารถวัดได้หลายที่ในร่างกาย เช่น บริเวณข้อมือทางด้านนิ้วหัวแม่มือ ขมับ มุมกระดูกขากรรไกรล่าง ข้าง ๆคอ ข้อพับแขน ขาหนีบ บริเวณขาพับ และบนหลังเท้าทางนิ้วหัวแม่เท้า โดยเราสามารถสังเกตได้ว่าบริเวณนั้นใช่บริเวณที่วัดชีพจรได้หรือไม่จากการจับดู จะรู้สึกว่ามีเส้นหยุ่น ๆ แน่น ๆ ส่วนวิธีการจับชีพจรมีดังนี้

- วางปลายนิ้วมือ 2 นิ้วได้แก่ นิ้วชี้กับนิ้วกลาง เบา ๆ ที่บริเวณเส้นชีพจร และไม่ควรใช้นิ้วหัวแม่มือเพราะว่าชีพจรบริเวณนิ้วหัวแม่มือของเรานั้นเต้นแรง อาจจะทำให้เกิดความสับสนได้
- นับจำนวนชีพจรที่จับได้ไปพร้อมกับการจับเวลาโดย วิธีการคำนวณชีพจรมี 3 วิธี ได้แก่

- การคำนวณแบบเร็ว ซึ่งจะนับจำนวนชีพจรที่เต้นภายในเวลา 10 วินาที แล้วคูณด้วย 6 ตัวอย่างเช่น ในเวลา 10 วินาที นับชีพจรได้ทั้งหมด 12 ครั้ง ให้นำมาคูณ 6 ก็จะได้เป็น 12 x 6 = 72 ครั้งต่อนาที

- การจับชีพจนแบบละเอียด แบบ 30 วินาที แล้วคูณด้วย 2 หรือ ตัวอย่างเช่น ในเวลา 30 วินาที นับชีพจรได้ 35 ครั้ง ให้นำมาคูณ 2 ก็จะได้เป็น 35 x 2 = 70 ครั้งต่อนาที

- การจับชีพจนแบบละเอียด แบบ 60 วินาที วิธีนี้สามารถนำจำนวนที่นับได้มาใช้ได้เลยโดยไม่ต้องคำนวณใด ๆ เพราะเป็นการจับชีพจรครบ 1 นาที แล้วค่ะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 การเต้นของหัวใจกับการออกกำลังกาย

2.3.1 ความสำคัญของการเต้นหัวใจกับการออกกำลังกาย

เราคงรู้ว่าหัวใจเราเต้นปกติอยู่ที่ 60 - 100 ครั้งต่อนาที ถ้าน้อยกว่า 60 คือ Bradycardia ถ้ามากกว่า 100 เป็น tachycardia มีศัพท์อีก 2 - 3 คำที่เราควรรู้จักคือ

1. Resting heart rate (HR_{rest}) คืออัตราการเต้นของหัวใจขณะที่เราพักและรู้ตัวอยู่ มักนิยมวัดตอนเช้า ตื่นนอนใหม่ๆ จะเป็นจุดที่การเต้นของหัวใจเราต่ำที่สุด

2. Maximum heart rate (HR_{max}) คือการเต้นหัวใจที่ความสามารถสูงสุดที่หัวใจจะทำได้ขณะที่ออกกำลังกายเต็มที่ ซึ่งแปรผันตามความแข็งแรงแต่ละบุคคลและอายุ อยากรู้ต้องไปวิ่งสายพานแล้ววัดดู แต่คนที่ไม่รู้ว่าตัวเองมีโรคหัวใจแฝงอยู่หรือเปล่าก็อันตรายนะครับที่จะไปหา มีคนเขาคิดสูตรให้ มีหลายสูตรครับ คิดแล้วอาจไม่ต่างกันมาก

$$HR_{max} = 220 - age$$

$$HR_{max} = 205.8 - (0.685 \times age)$$

$$HR_{max} = 206.3 - (0.711 \times age)$$

$$HR_{max} = 217 - (0.85 \times age)$$

3. Target heart rate หรือ Training heart rate (THR) คือ การเต้นของหัวใจที่เราคาดหวังจะให้อยู่ในระดับต่างๆ ในขณะออกกำลังกายเพื่อให้มีผลต่อร่างกายตามวัตถุประสงค์ที่เราต้องการ มีวิธีการคำนวณ 2 แบบ

$$THR = HR_{max} \times \%\ intensity$$

$$THR = ((HR_{max} - HR_{rest}) \times \%\ intensity) + HR_{rest}$$

ตัวอย่าง เช่น เราอายุ 40 ปี วัด resting heart rate ได้ 70 ครั้งต่อนาที อยากจะออกกำลังกายให้หัวใจเต้นอยู่ที่ 65 - 85 % intensity

คำนวณ 1 $HR_{max} = 220 - 40 = 180$ ครั้ง/นาที

THR 65% = 180 x 0.65 = 117 ครั้ง/นาที

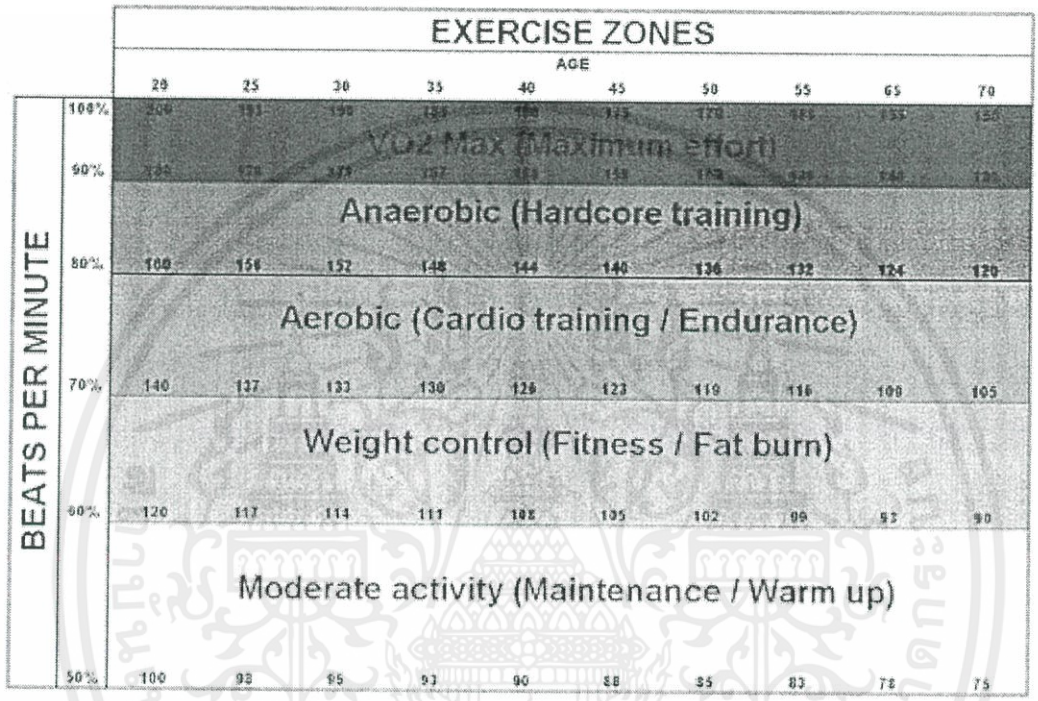
THR 85% = 180 x 0.85 = 153 ครั้ง/นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนวณ 2 THR 65% = (180 - 70) x 0.65 + 70 = 141 ครั้ง/นาที

THR 85% = (180 - 70) x 0.85 + 70 = 163 ครั้ง/นาที

ทีนี้เราอยากจะการออกกำลังกายแบบไหน ก็ดูการเต้นของหัวใจเรา ตัวอย่างตามรูป (เขาให้ค่าการเต้นของหัวใจตามอายุมาให้แล้วด้วย



รูปที่ 2.8 exercise zones

- Weight control หรือ fat burn zone เป็นช่วงการออกกำลังกายที่จะมีการเผาผลาญไขมันมาใช้เป็นพลังงานประมาณ 50% ของพลังงานที่ใช้ทั้งหมด (เทียบกับช่วงที่หนักขึ้นจะเผาผลาญไขมันแค่ประมาณ 35% ของพลังงานที่ต้องการใช้) ซึ่งตามรูปจะเห็นว่าต้องการ THR ที่ 60 - 70% เท่านั้น ถ้าอายุ 40 ปี THR อยู่ที่ 108 - 126 ครั้ง/นาที วิธีการออกกำลังกายเราอาจวิ่งให้หัวใจเต้นสัก 120 ครั้ง/นาที แล้วก็เดินสลับวิ่งให้การเต้นของหัวใจอยู่ในระดับนี้
- Aerobic หรือ cardio training เป็นการออกกำลังกายที่เน้นให้ระบบหัวใจและปอดมีความแข็งแรงและอดทน ซึ่งจะส่งผลให้ไขมันดีหรือ HDL สูงขึ้นด้วย ต้องการ THR ที่ 70 - 80%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Anaerobic หรือ muscle training เป็นการออกกำลังกายเพื่อเพิ่มความแข็งแรง เพิ่มกำลังของกล้ามเนื้อเฉพาะส่วน การออกกำลังกายแบบนี้จะมีของเสียเกิดขึ้นในร่างกายมาก

อย่างไรก็ตามระวังตัวเลขหลอกเราได้ ตัวอย่างเช่น เราออกกำลังกายแบบ fatburn (50% fatburn) เดินสลับวิ่ง 1/2 ชั่วโมง เผาผลาญพลังงานไป 100 กิโลคาลอรี่ เท่ากับใช้พลังงานจากไขมันไป 50 กิโลคาลอรี่ ในขณะที่เราออกกำลังกายแบบ cardio training (35% fatburn) โดยการวิ่ง 1/2 ชั่วโมง เผาผลาญพลังงานไป 300 กิโลคาลอรี่ เท่ากับใช้พลังงานจากไขมัน 105 กิโลคาลอรี่ มากกว่าออกแบบ fatburn นะครับ ดังนั้นจึงมีคนบอกไว้เช่นกันว่า "ออกกำลังกายอย่างไรไม่สำคัญ ขอให้ได้ออกกำลังกายเป็นใช้ได้"

2.3.2 วิธีคำนวน Maximum Heart Rate

ปกติเรามักจะได้ยินว่า วิธีคำนวน HR, วิธีคำนวนค่า Max heart rate, วิธีคำนวน MaxHR หรือ วิธีคำนวน MHR ทั้งหมดจะมีความหมายเหมือนกันนั้นคือ วิธีคำนวนหาค่าอัตราเต้นของหัวใจสูงสุด (ใน 1 นาที) แปลเป็นภาษาบ้านๆ ได้ว่า ใน 1 นาทีหัวใจเต้นได้สูงสุดกี่ครั้ง ซึ่งหน่วยของการเต้นของหัวใจวัดเป็น Beat per minute หรือ BPM

ค่าของ Max Heart Rate มีไว้ทำอะไร

ค่าการเต้นของหัวใจสูงสุด หรือเรียกสั้นๆ ว่า Max Heart Rate (MaHR หรือ MHR) มีไว้เพื่อเป็น ไกด์ไลน์ ในการฝึกซ้อมการออกกำลังกายแบบ cardiovascular capacity หรือ aerobic activity เป็นการออกกำลังการที่หัวใจต้องสูบฉีดเลือด ปอดต้องถ่ายเทอากาศดีและเสียเข้าออกร่างกาย รวมทั้งมัดกล้ามเนื้อต้องทำงานอย่างต่อเนื่องในระยะเวลาหนึ่ง อย่างเช่น การวิ่ง ปั่นจักรยานและว่ายน้ำ ส่วนมากจะเป็นกีฬาแนว Endurance

การเป็นไกด์ไลน์ คือการจำกัดขอบเขตว่าเราควรออกกำลังกายมากน้อยแค่ไหน เริ่มจากจุดไหนและไม่ควรเกินจุดไหน ช่วยลำดับขั้นตอนการฝึกซ้อมจากความเข้มข้นน้อย (low intensity) ไปสู่การออกกำลังกายที่ความเข้มข้นมากขึ้น (high intensity) หรือเป็นการสร้าง Progress of intensity workout

เพื่อให้เห็นภาพ ลองจินตนาการว่า โค้ชสั่งให้วิ่ง ออกแรงแค่ 70% ก็พอนะ กับการสั่งให้ออกแรงวิ่งที่ 70% ของ MaxHR ถ้าเป็นท่านผู้อ่าน อย่างไหนเข้าใจง่ายกว่ากัน

การมีค่า MaxHR เป็นตัวตั้งจะทำให้มองเห็นภาพ มีหน่วยอ้างอิงและวัดได้ชัดเจนกว่าจากนี้การใช้ความรู้สึกอย่างเดียว การมีค่า MaxHR จะช่วยลบค่าตัวแปรหรือค่า Error ให้น้อยลง ให้มีความถูกต้องมีเกณฑ์การวัดที่ดีขึ้น

เอกสารนี้สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการคำนวนค่า Maximum Heart Rate

วิธีการคำนวนค่า MaxHR นั้นมีอยู่ 2 วิธีหลักๆ คือ

1. การใช้สูตรคำนวนทางสถิติ ซึ่งมีอยู่หลายสูตรมาก อย่างเช่น
2. MHR = 220 – Age เป็นสูตรที่นิยมมาก เพราะจำได้ง่ายและใช้ได้ง่าย แต่ก็มีค่าความคลาดเคลื่อนอยู่เหมือนกัน บางสำนักให้บวกลบเพิ่มไป 7-12 bpm
3. MHR = 208 – 0.7(age) งานวิจัยของ Tanaka ในปี 2001
4. MHR = 207 – 0.7(age) งานวิจัยของ Gellish ในปี 2007
5. MHR = 206.9-(0.67*Age)
6. For males: MHR = 214 – (0.8 x your age in years)
   For females: MHR = 209 – (0.7 x your age in years)

จะเห็นได้ว่าค่าของ MaxHR ที่คำนวนด้วยสูตรจะมีอยู่หลายค่ามาก สำหรับใครที่ไม่อยากคำนวนก็สามารถเข้าไปกรอกข้อมูลที่เวบ http://www.brianmac.co.uk/maxhr.htm หรือ http://www.digifit.com/heartratezones/training-zones.asp?MaxHR=&Age=31&RHR=

การวัดโดยตรงจากการออกกำลังกาย (จากเวบไซด์ Mio)

ใส่อุปกรณ์ Heart rate monitor จะเป็นแบบคาดอกหรือแบบ optical ก็ได้

วิ่งวอร์มอัพ 15-20 นาที

ทำการสปินซ์ เอาแบบเต็มแรงนะครับ 1-2 นาที แล้วจดบันทึกค่า HR ตอนนั้น บวกเพิ่ม 5 bpm

ค่าที่ได้จะเป็นค่า maxHR โดยประมาณ

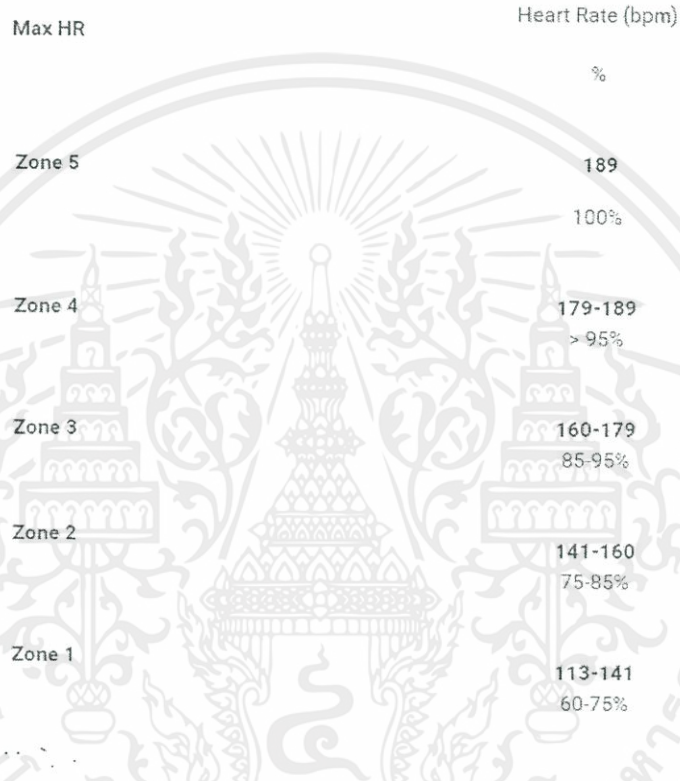
นอกเหนือจากสองวิธีดังกล่าวแล้วยังมีวิธีวัดผลทาง Lab มักจะใช้ผู้เชี่ยวชาญทางด้านวิทยาศาสตร์ทางการกีฬา หรือแพทย์เป็นคนทำการตรวจสอบ นิยมใช้วัดกับนักกีฬามืออาชีพเพราะจะใช้วัดค่าอื่นๆ ด้วย (แพงด้วยครับ) อย่างเช่น ค่า Vo2 max และ Lactate Threshold

ค่า Heart Rate Zone

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการหาค่า Heart Rate Zone หรือ Heart rate zone คืออะไร...การที่เราจะคำนวนหาค่า Heat rate zone ได้นั้นต้องรู้ค่า MaxHR ซะก่อน แล้วจึงนำค่า MaxHR มาซอยออกเป็นช่วงๆ ตามจำนวนเปอร์เซนต์ โดยทั่วไปจะแบ่งช่วง Heart rate zone ออกเป็น 5 ช่วงหลักๆ และแต่ละช่วงก็ให้ประโยชน์ต่อร่างกายต่างกันด้วย

ตัวอย่างเช่น...ผู้ชายอายุ 31 จะมีค่า MaxHR เท่าไหรและช่วง Heart rate zone เป็นอย่างไร



รูปที่ 2.9 zones ต่างๆ เทียบกับ heart rate

*หมายเหตุ ค่าเปอร์เซนต์อาจจะแตกต่างกันไป

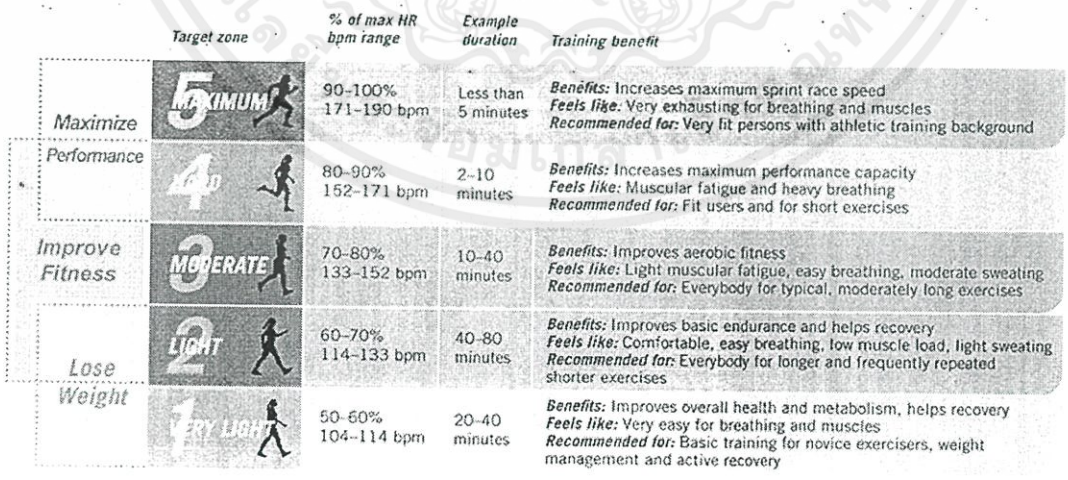
และแต่ในช่วงโซนก็จะมีชื่อเรียกและประโยชน์ในการฝึกต่างกันด้วย สามารถอธิบายได้ด้วยตารางข้างล่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Zone	Benefit
Zone 5: Red Line	ถ้าไม่ใช่นักกีฬามืออาชีพหรือผู้จริงจังกับการฝึกไม่ควรขึ้นมาแตะโซนนี้ เพราะค่า Heart rate อยู่ที่ 100% อยู่ในช่วงนี้นานๆ อันตรายได้
Zone 4: Anaerobic	ร่างกายไม่ใช้ออกซิเจนในการสร้างพลังงาน นิยมใช้ฝึก Interval เพื่อเพิ่ม performance
Zone 3: Aerobic	เป็นการออกกำลังกายแอโรบิค ฝึกกล้ามเนื้อหัวใจ ปอดและความอดทน สัดส่วนการใช้คาร์โบฯ จะเยอะกว่าไขมัน
Zone 2: Fat burning	ฝึกประคองให้อยู่ในโซนนี้ช่วยในเรื่องการฝึกเพิ่มความอึด (Endurance) ร่างกายเริ่มมีการดึงเอาไขมันมาใช้เผาผลาญ
Zone 1: Easy	โซนออกกำลังกายสำหรับมือใหม่ ใช้สำหรับการ recovery ด้วย

รูปที่ 2.10 ชื่อ zones ต่างๆ ของการออกกำลังกาย

ชื่อของโซนอาจจะเรียกแตกต่างกันไปแต่หลักๆ แล้วมีความคล้ายคลึงกัน และบางสำนักแนะนำให้ออกกำลัง ณ ช่วงเวลาหนึ่ง คือประคอง Heart rate เราไว้ให้นานประมาณ 20-40 นาที และสำหรับโซนสูงๆ เอาแค่ 2-10 นาที เพื่อให้การฝึกได้ประสิทธิภาพเต็มที่



รูปที่ 2.11 ช่วงการออกกำลังกายต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อย่างตารางนี้ได้แบ่งออกเป็น 3 จุดประสงค์หลักๆ คือ ออกกำลังกายเพื่อควบคุมน้ำหนักสัดส่วน (Lose weight) ก็ควรให้อยู่ใน โซน 1-2 คือ Very Light และ Light แต่ถ้าเพื่อเพิ่มความฟิตของร่างกาย (Improve Fitness) เพื่อการแข่งกีฬาทั่วไป เพิ่ม performance ก็ให้ประคอง HR ให้อยู่ในโซน 2-4 (Light, Moderate และ Hard) ก็พอ และสุดท้ายเพื่อฝึกเพื่อการแข่งขันชิงถ้วย หรือเป็นนักกีฬามือโปร (Maximize performance) ก็ควรมีการฝึกให้ HR ขึ้นไปแตะโซน 4-5 แนะนำว่าควรมีโค้ชค่อยกำกับอย่างใกล้ชิด

สำหรับมือใหม่ที่ไม่เคยใช้การออกกำลังกายโดยอิง Heart rate zone ก็มีวิธีแนะนำให้ อย่างเช่น....

นาย A อายุ 31 ปี เพิ่งเริ่มออกกำลังกายโดยการวิ่ง ต้องทำอย่างไร...

1. คำนวนหาค่า MaxHR ซึ่งอาจจะใช้สูตรทางคณิตศาสตร์หรือเปรียบเทียบเอาจากตาราง จะได้ประมาณ 189
2. 2. เริ่มต้นวอร์มอัพ ยืดเส้นยืดสาย 15 นาที
3. ออกวิ่ง อยากจะเป็นแบบจ๊อกกิ้งธรรมดา หรือวิ่งเบาๆ เพื่อประคองระดับการเต้นของหัวใจให้อยู่ที่ 60-75% ของ MaxHR โดยค่าการเต้นจะอยู่ที่ 113-141
4. ถ้ารู้สึกว่าร่างกายยังโอเค รับการวิ่งได้หนักขึ้นอีกก็ทดลองวิ่งให้เร็วขึ้นเพื่อให้ HR ขึ้นไปอยู่ที่โซน 2 และ 3
5. ถ้าวิ่งไปแล้วรู้สึกว่าหนักเกินไป หายใจไม่ทัน ก็ค่อยๆ ลดลงจากโซน 3 มาโซน 2 ถ้ารู้สึกว่ายังหนักอีกก็ลดลงมาให้อยู่ที่โซน 1 โดยทั่วไปแนะนำว่ามือใหม่ให้ประคอง HR อยู่ที่โซน 1-2 ก็พอ
6. วิ่งไปประมาณ 2 สัปดาห์ความฟิตของร่างกายน่าจะเพิ่มขึ้น ก็ทดลองฝึกวิ่งโดยขยับมาอยู่ในโซน 2-3 มากขึ้น

*หมายเหตุ

เมื่อฝึกไประยะหนึ่งถ้าสังเกตว่าค่า MaxHR นั้นมีค่าน้อยไปก็สามารถปรับแต่งเพิ่มขึ้นได้ และการฝึกอย่างจริงจัง สม่ำเสมอและมีผู้รู้ค่อยดูแล จะทำให้เราสามารถตีค่า MaxHR ได้ชัดเจนขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 ระบบกล้ามเนื้อกับการออกกำลังกาย

2.4.1 โครงสร้างของกล้ามเนื้อลาย หน้าที่ บทบาท และชนิดของเส้นใยกล้ามเนื้อ

กล้ามเนื้อเป็นเนื้อเยื่อพิเศษในร่างกาย มีนิวเคลียสมีองค์ประกอบภายในเซลล์ที่เฉพาะเป็นส่วนที่ทำหน้าที่ในการหดตัว (Contractile elements) เป็นสารโปรตีนชนิดพิเศษ ซึ่งเคลื่อนที่เข้าหากันเสมอ ทำให้เกิดการหดตัวสั้นที่สังเกตได้

2.4.1.1 คุณลักษณะเฉพาะของกล้ามเนื้อ

กล้ามเนื้อเป็นเนื้อเยื่อที่มีคุณสมบัติพิเศษที่ไม่พบในเนื้ออื่นๆ นั่นคือ ความสามารถในการเปลี่ยนพลังงานทางไฟฟ้า (สัญญาณประสาท) ให้เป็นพลังงานกล (การหดตัว)

2.4.1.2 คุณสมบัติของกล้ามเนื้อ

1. การตอบสนองต่อสิ่งเร้า (Irrtiability) กล้ามเนื้อจะมีการรับการกระตุ้นและตอบสนองในตัวเอง เช่น การเคาะ การตบ การยืดที่กล้ามเนื้อลูกหนู (Biceps brachii) จะเกิดการหดตัวของกล้ามเนื้อให้เห็นได้

2. ความสามารถในการหดตัว (Contractility) ทำให้เกิดแรง และการเคลื่อนไหว ซึ่งเป็นคุณสมบัติสำคัญมากของสิ่งมีชีวิต

3. สามารถถูกยืดออกได้ (Extensibility) เป็นการปรับตัวต่อแรงภายนอกที่มากระทำต่อกล้ามเนื้อ และเป็นกลไกหนึ่งที่กล้ามเนื้อจะมีโอกาสฉีกขาดน้อยเมื่อถูกกระทบกระแทก

4. สามารถคืนตัวกลับ (Elasticity) เมื่อถูกยืดออกกล้ามเนื้อในคนที่โตเต็มที่แล้ว จะมีความยาวคงที่ เมื่อกล้ามเนื้อถูกยืดจะหดตัวกลับ ทำให้กล้ามเนื้อสามารถคงความยาวในระยะพัก (Resting length) ที่เหมาะสมกับการทำงานได้

2.4.1.3 โครงสร้างของกล้ามเนื้อลาย

กล้ามเนื้อมีรูปแบบการจัดโครงสร้างภายในที่แน่นอน เช่น มีลายที่สามารถสังเกตเห็นได้ด้วยตาเปล่า ปลายทั้ง 2 ด้านของกล้ามเนื้อมัดใหญ่มักจะเกาะยึดอยู่กับกระดูก เซลล์กล้ามเนื้อแต่ละเซลล์เรียกว่า Muscle fiber มีลักษณะเซลล์ยาวเรียว อาจยาวถึง 40 เซนติเมตร มีขนาดความกว้างของเซลประมาณ 10-100 ไมครอน ใน 1 Muscle fiber จะมีหลายๆ นิวเคลียส (Multinucleated)

กล้ามเนื้อลายเป็นส่วนประกอบสำคัญของระบบกล้ามเนื้อ ประกอบด้วย เนื้อเยื่อหลายชนิด ซึ่งได้แก่ เนื้อเยื่อกล้ามเนื้อลาย เนื้อเยื่อประสาท และเนื้อเยื่อเกี่ยวพันชนิดต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.1.4 เนื้อเยื่อเกี่ยวพันที่ปกคลุมกล้ามเนื้อลาย

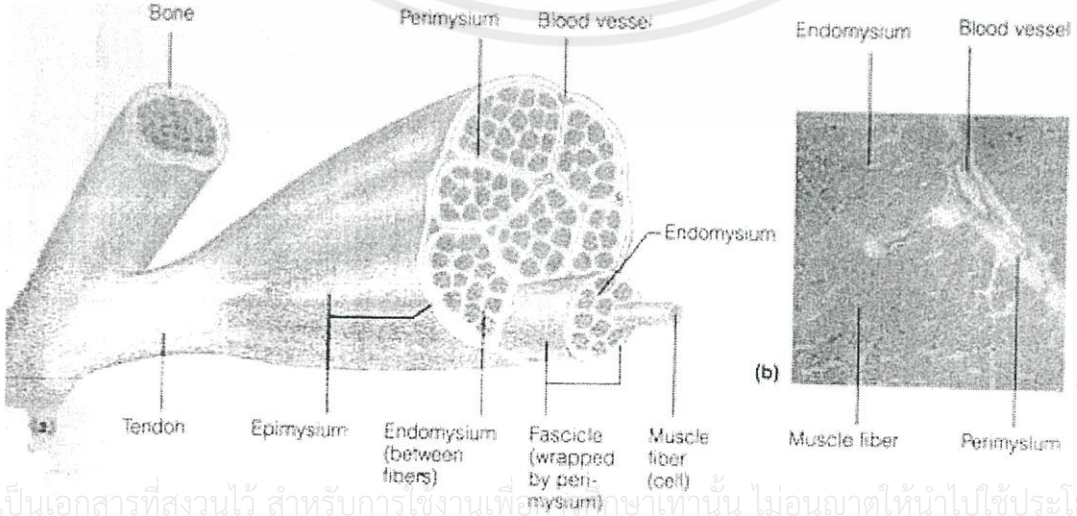
กล้ามเนื้อลายแต่ละมัดจะถูกแยกออกจากกัน และคงรูปร่างอยู่ได้ด้วยชั้นของเนื้อเยื่อเกี่ยวกัน ชนิดเยื่อเหนียว (Fibrous connective tissue) ที่มีลักษณะเป็นเนื้อเยื่อแผ่น เรียกว่า ฟาสเซีย (Fascia) ซึ่งจะพบอยู่ตามกล้ามเนื้อลายทุกชนิด บางครั้งฟาสเซียจะยื่นไปทางข้างหลังของเส้นใยกล้ามเนื้อลายและกลายเป็นเอ็น (Tendon) เส้นใยของเอ็นจะไปรวมตัวกับเยื่อเหนียวหุ้มกระดูก (Periosteum) ซึ่งก็จะทำให้กล้ามเนื้อลายยึดติดอยู่กับกระดูก ในอีกกรณีหนึ่ง เนื้อเยื่อเกี่ยวพันที่อยู่ล้อมรอบกล้ามเนื้อลายจะก่อตัวเป็นแผ่นเยื่อเหนียวที่เรียกว่า อะโพนิวโรซิส (Aponeuroses) ซึ่งจะทำหน้าที่ยึดติดอยู่กับเนื้อเยื่อเกี่ยวพันที่ปกคลุมกล้ามเนื้อลายมัดอื่น ที่อยู่ใกล้เคียง

ถัดจากฟาสเซียเนื้อเยื่อเกี่ยวพันของกล้ามเนื้อลายยังแบ่งออกเป็นชั้นใหญ่ๆ ได้อีก 3 ชั้น คือ (ดูภาพที่ 2.1)

1. ชั้นนอกสุด เรียกว่า เอพิมัยเซียม (Epimysium) ซึ่งเป็นชั้นของเนื้อเยื่อเกี่ยวพันที่ปกคลุมล้อมรอบกล้ามเนื้อลายทั้งหมด

2. ชั้นที่สอง เป็นชั้นของเนื้อเยื่อเกี่ยวพันที่อยู่ถัดเข้าไปข้างในจากชั้นเนื้อเยื่อเกี่ยวพันเอพิมัยเซียม เนื้อเยื่อเกี่ยวพันชั้นนี้เรียกว่า เพอริมัยเซียม (Perimysium) ซึ่งมีหน้าที่แบ่งแยกเนื้อเยื่อกล้ามเนื้อลายออกเป็นช่องเล็กๆ ช่องเล็กๆ เหล่านี้ประกอบไปด้วยกลุ่มของเส้นใยกล้ามเนื้อลาย ซึ่งช่องเล็กๆ เหล่านี้มีชื่อว่า ฟาสซิคูลัส (Fasiculus)

3. ชั้นที่สาม เป็นชั้นของเนื้อเยื่อเกี่ยวพันที่มีลักษณะบางละเอียด และอยู่ล้อมรอบเส้นใยกล้ามเนื้อลายที่บรรจุอยู่ในช่องเล็กๆ ที่เรียกว่า ฟาสซิคูลัส เนื้อเยื่อเกี่ยวพันชั้นนี้เรียกว่า เอนโดมัยเซียม (Endomysium)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.12 Connective tissue wrapping of skeletal muscle

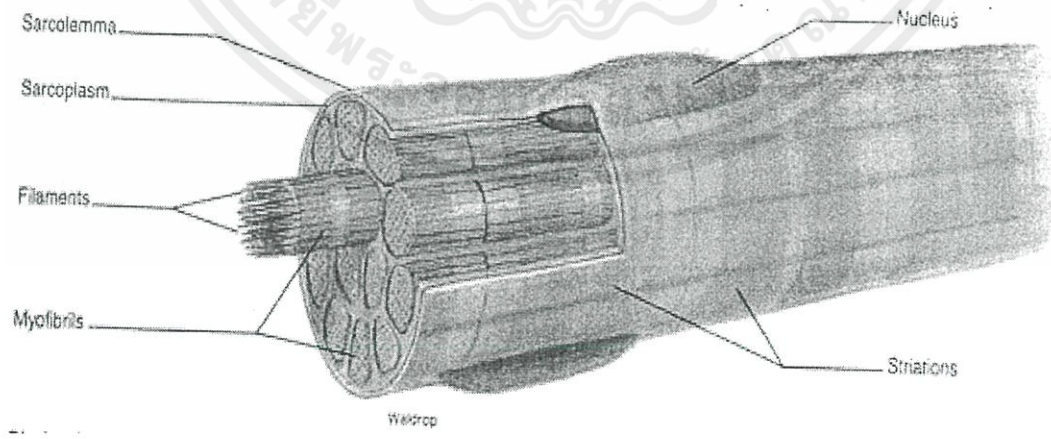
ดังนั้น จะเห็นได้ว่าทุกๆ ส่วนของกล้ามเนื้อลายถูกปกคลุมด้วยชั้นต่างๆ ของเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน และด้วยโครงสร้างของกล้ามเนื้อลายแบบนี้เองที่ทำให้กล้ามเนื้อลายสามารถหดตัวแยกการเคลื่อนไหวของกล้ามเนื้อลายแต่ละมัดเป็นอิสระ

2.4.1.5 เส้นใยกล้ามเนื้อลาย

เส้นใยกล้ามเนื้อลาย (Straited muscle fiber) หนึ่งเส้นหมายถึง เซลล์ของกล้ามเนื้อลายหนึ่งเซลล์และมีหน้าที่สำคัญ คือ เป็นหน่วยที่มีหน้าที่ทำการหดตัวของกล้ามเนื้อลาย เส้นใยกล้ามเนื้อลายแต่ละเส้นมีลักษณะบาง ยาว และมีลักษณะกลมที่หัวท้าย

ภายใต้เยื่อหุ้มใยกล้ามเนื้อลาย (Cell membrane) ที่เรียกว่า ซาร์โคเลมม่า (Sracolemma) จะประกอบด้วย

ไซโตพลาสซึม (Cytoplasm) หรืออาจจะเรียกได้อีกอย่างว่า ซาร์โคพลาสซึม (Sarcoplasm) ภายในซาร์โคพลาสซึมจะประกอบไปด้วย นิวเคลียส ซึ่งมีลักษณะคล้ายรูปไข่เป็นจำนวนมาก และไมโทคอนเดรีย (Mitochondria) นอกจากนั้น ภายในซาร์โคพลาสซึมยังประกอบไปด้วยเส้นเยื่อเหนียวเล็กๆ บางๆ ที่เรียกว่า ไมโอไฟบริล (Myofibril) เป็นจำนวนมากมาย เส้นเยื่อไมโอไฟบริลนี้จะตั้งขนานกันตลอดความยาวของเส้นใยกล้ามเนื้อลาย (ดูภาพที่ 2)



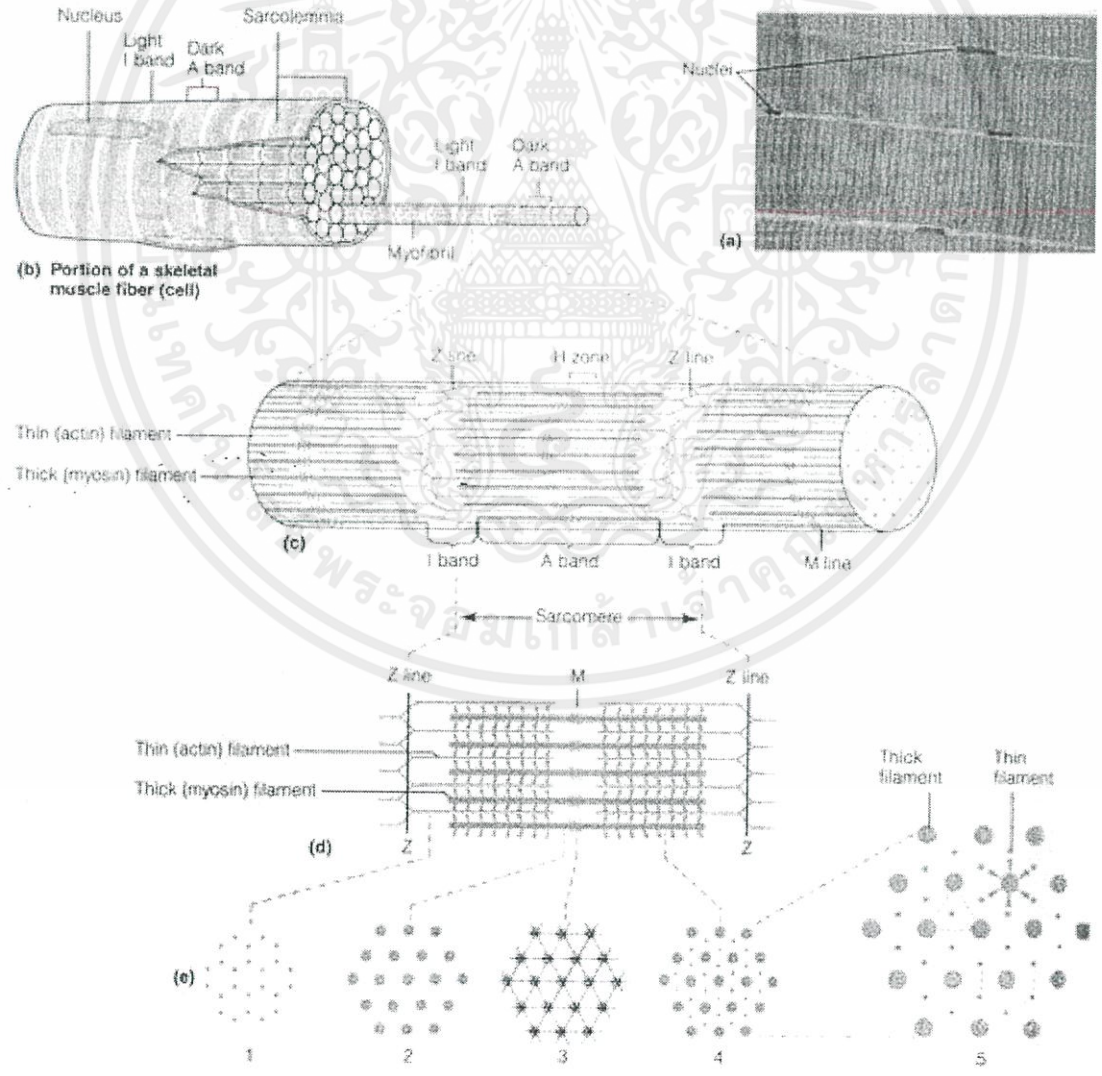
รูปที่ 2.13 Skeletal muscle fiber

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เส้นเยื่อไมโอไฟบริล ซึ่งมีบทบาทสำคัญในการหดตัวของกล้ามเนื้อลาย ประกอบด้วยเส้นที่ประกอบด้วยโปรตีน (Protein filament) 2 ชนิด คือ

1. เส้นหนาประกอบด้วยโปรตีนหรือที่เรียกว่าเส้นใยไมโอซิน (Myosin filament)
2. เส้นบางประกอบด้วยโปรตีนหรือที่เรียบว่าเส้นใยแอ็คทิน (Actin filament)

เส้นใยทั้ง 2 เส้น ซึ่งมีจำนวนมากมายนี้ จะรวมตัวกันเป็นหน่วยเรียกว่า ซาร์โคเมีย (Sarcomere) และเส้นใยทั้ง 2 เส้น ซึ่งมีจำนวนมากมายในแต่ละซาร์โคเมีย จะทำให้กล้ามเนื้อลายมีลักษณะเป็นลายมืดและลายสว่างสลับกันไป (ดูภาพที่ 3)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.14 Microscopic anatomy of a skeletal muscle fiber

เส้นใยไมโอซินตั้งอยู่ในเขตที่มืดซึ่งเรียกว่า เอแบนด์ หรือ อนิโวทรอปปิค แบนด์ (A-Band or Anisotropic Bands) อย่างไรก็ดี เส้นใยแอคทินจะยื่นเข้าไปในเขตเอแบนด์ด้วยและเมื่อเส้นใยกล้ามเนื้อลายหดตัว เส้นใยแอ็คทินจะเคลื่อนตัวไปซ้อนทับเส้นใยไมโอซินในเขตเอแบนด์มากขึ้น เส้นใยแอ็คทินจะอยู่ติดกับเส้นซีไลน์ (Z-line) ซึ่งอยู่ที่ปลายซาร์โคเมียแต่ละข้าง เนื่องจากเส้นซีไลน์ตั้งอยู่ตลอดความยาวของเส้นใยกล้ามเนื้อลาย ฉะนั้น ช่วงซาร์โคเมียมีเขต

เอแบนด์และเขตไอแบนด์ (I-Band) บรรจุอยู่ จึงเป็นเหตุที่ทำให้เส้นใยกล้ามเนื้อลายมีลักษณะปรากฏเป็นลาย

ถ้าเส้นใยกล้ามเนื้อลายถูกดึงออกจากกันแรงมากผิดปกติ ปลายของเส้นใยแอ็คทินภายในเขตเอแบนด์จะถูกดึงออกจากกัน ซึ่งจะทำให้เขตเอชโซน (H -zone) ปรากฏอยู่ตรงกลางของเขตเอแบนด์

กล้ามเนื้อลายจะหดตัวเมื่อเส้นใยไมโอซินและแอ็คทินเลื่อนเข้าหากัน ในขณะที่กล้ามเนื้อลายหดตัว เนื่องจากเส้นใยแอ็คทินยึดแน่นอยู่กับเส้นซีไลน์ ดังนั้น เมื่อเส้นซีไลน์ถูกดึงเข้าหากันก็จะทำให้ช่วงไอแบนด์และช่วงซาร์โคเมียหดตัวสั้นลงตามไปด้วย

ทฤษฎีการหดตัวของกล้ามเนื้อลายนี้เรียกว่า ทฤษฎีเส้นใยเลื่อนเข้าหากัน (Sliding over the filaments theory)

2.4.1.6 ชนิดของเส้นใยกล้ามเนื้อลาย

ในสมัยก่อนนักกายวิภาคและสรีรวิทยาได้จำแนกเส้นใยกล้ามเนื้อลายออกเป็น 2 ชนิด คือ เส้นใยกล้ามเนื้อสีแดง และเส้นใยกล้ามเนื้อสีขาว การที่เส้นใยกล้ามเนื้อลายถูกจำแนกเป็นสีแดง และสีขาว เนื่องจากการสังเกตสีที่ประกอบเป็นส่วนใหญ่ของเส้นใยกล้ามเนื้อลาย

ในการจำแนกเส้นใยกล้ามเนื้อลายประเภทนี้ เส้นใยกล้ามเนื้อลายสีแดง ถูกพิจารณาว่าเป็นเส้นใยกล้ามเนื้อลายที่หดตัวช้า (Slow twitch fiber) หรือที่เรียกย่อว่า เส้นใยกล้ามเนื้อลายแบบเอสที (ST fiber) เส้นใยกล้ามเนื้อลายชนิดสีแดง เป็นเส้นใยกล้ามเนื้อลายที่เหมาะสมกับการทำงานระยะยาว ซึ่งมักจะพบมากในกล้ามเนื้อลายที่ช่วยในการทรงรูปร่าง และกล้ามเนื้อลายที่มีหน้าที่ต่อต้านแรงโน้มถ่วงของโลก ส่วนเส้นใยกล้ามเนื้อลายสีขาวถูกพิจารณาว่าเป็นเส้นใยกล้ามเนื้อลายที่หดตัวเร็ว (Fast twitch fiber) หรือเรียกย่อๆ ว่า เส้นใยกล้ามเนื้อลายแบบเอฟที (Ft fiber) เส้นใยสีขาวมักจะพบมากในกล้ามเนื้อที่ทำหน้าที่เกี่ยวการงอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในปัจจุบันการจำแนกเส้นใยกล้ามเนื้อลาย จึงได้เปลี่ยนแปลงไปจากระบบเก่า ซึ่งจำแนกเส้นใยกล้ามเนื้อลายตามสีเป็นการจำแนกออกตามลักษณะการทำงานของเส้นใยกล้ามเนื้อลาย มีการค้นพบว่า เส้นใยกล้ามเนื้อลายสีขาว ซึ่งเป็นเส้นใยกล้ามเนื้อลายที่หดตัวเร็ว ยังสามารถแบ่งย่อยออกไปได้อีก 2 ชนิด ซึ่งเส้นใยกล้ามเนื้อสีขาวทั้ง 2 ชนิด มีความแตกต่างกันในด้านการทำงานทางแง่สรีรวิทยา

ปีเตอร์ และคณะ (Peter et al., 1972) ได้จำแนกเส้นใยกล้ามเนื้อลายตามลักษณะการทำงานให้เห็นได้ชัดเจน 3 ชนิด คือ

1. เส้นใยกล้ามเนื้อลายแบบหดตัวช้า และต้องใช้ออกซิเจนช่วยในการหดตัว (Slow, Oxidative fiber) หรือที่เรียกย่อๆ ว่า เส้นใยกล้ามเนื้อลายแบบเอสโอ (SO Fiber)

2. เส้นใยกล้ามเนื้อลายแบบหดตัวเร็ว และต้องใช้ออกซิเจนตลอดจนกลูโคสช่วยในการหดตัว (Fast, Oxidative, Glycolytic fiber) หรือที่เรียกย่อๆ ว่า เส้นใยกล้ามเนื้อลายแบบเอฟโอจี (FOG fiber)

3. เส้นใยกล้ามเนื้อลายแบบหดตัวเร็ว และต้องใช้กลูโคสช่วยในการหดตัวเพียงชนิดเดียว (Fast glycolytic fiber) หรือที่เรียกย่อๆ ว่า เส้นใยกล้ามเนื้อลายแบบเอฟจี (FG fiber)

ดูโบวิทซ์ และบรู๊ค (Dubowitz and Brooke, 1973) ได้เรียกเส้นใยกล้ามเนื้อลายแบบเอสโอว่า เส้นใยกล้ามเนื้อลายชนิดที่ 1 (Type I) และได้เรียกเส้นใยกล้ามเนื้อลายแบบเอฟโอจีและแบบเอฟจีว่า เส้นใยกล้ามเนื้อลายชนิด 2 เอ และชนิด 2 บี (Type IIa และ Type IIb) ตามลำดับ

ตารางที่ 2.1 คุณสมบัติของเส้นใยกล้ามเนื้อลายชนิดต่างๆ

คุณสมบัติ	เส้นใยกล้ามเนื้อลาย ชนิดเอสโอ (SO) หรือชนิดที่ 1 (I)	เส้นใยกล้ามเนื้อลาย ชนิดเอฟโอจี (FOG) หรือชนิดที่ 2 เอ (IIa)	เส้นใยกล้ามเนื้อลาย ชนิดเอฟจี (FG) หรือชนิดที่ 2 บี (IIb)
ความเร็วของการหดตัว	ช้า	เร็ว	เร็ว
ขนาด	เล็ก	ใหญ่	ใหญ่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทำงานของเอนไซม์ไมโอซิน เอทีเพส (Myosin ATPase)	ต่ำ	สูง	สูง
พัฒนาการของซาร์โคพลาสมิค เรติคูลัม (Sarroplasmic Reticulum)	ไม่แข็งแรง	แข็งแรง	แข็งแรง
พลังแอโรบิค	สูง	กลาง	ต่ำ
พลังแอนแอโรบิค	ต่ำ	กลาง	สูง

ตารางที่ 2.2 คุณสมบัติของเส้นใยกล้ามเนื้อลายชนิดต่างๆ (ต่อ)

คุณสมบัติ	เส้นใยกล้ามเนื้อลาย ชนิดเอสโอ (SO) หรือชนิดที่ 1 (I)	เส้นใยกล้ามเนื้อลาย ชนิดเอฟโอจี (FOG) หรือชนิดที่ 2 เอ (IIa)	เส้นใยกล้ามเนื้อลาย ชนิดเอฟจี (FG) หรือชนิดที่ 2 บี (IIb)
อัตราความเหนื่อย	อดทนต่อความเหนื่อย	เหนื่อย	เหนื่อยมากที่สุด
จำนวนไมโทคอนเดรีย	มาก	มาก	น้อย
การทำงานของเอนไซม์ ที่ไมโทคอนเดรีย	มาก	มาก	น้อย
จำนวนไกลโคเจนที่สะสม	น้อย	มาก	มาก
การทำงานของเอนไซม์ ที่ไมโทคอนเดรีย	มาก	มาก	น้อย
จำนวนไกลโคเจนที่สะสม	น้อย	มาก	มาก
ความหนาแน่นของเส้นเลือดฝอย	มาก	ปานกลาง	น้อย
ขนาดของเส้นประสาท			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชนิดมอเตอร์	เล็ก	ใหญ่	ใหญ่
ความเร็วของการนำกระแสประสาท	ช้า	เร็ว	เร็ว
จำนวนเปอร์เซ็นต์โดยเฉลี่ยในกล้ามเนื้อของคนทั่วไป	46	38	16
จำนวนเปอร์เซ็นต์โดยเฉลี่ยในกล้ามเนื้อของนักวิ่งระยะไกล	80	14	5
จำนวนเปอร์เซ็นต์โดยเฉลี่ยในกล้ามเนื้อของนักวิ่งระยะสั้น	23	48	28

จากตารางที่ 1 จะสังเกตเห็นได้ว่าเส้นใยกล้ามเนื้อลายแบบเอสโอ มีความสามารถในการผลิตพลังงานแบบแอโรบิคได้สูง ทั้งนี้ เพราะว่าเส้นใยกล้ามเนื้อลายแบบเอสโอมีจำนวนไมโทคอนเดรียมาก ตลอดจนมีเอนไซม์ที่จำเป็นสำหรับการแตกสลายไขมัน และคาร์โบไฮเดรตให้เป็นคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ ซึ่งการแตกสลายไขมันและคาร์โบไฮเดรตนี้ จำเป็นต้องใช้ออกซิเจนเข้ามาช่วย อย่างไรก็ดี เนื่องจากบริเวณเส้นใยกล้ามเนื้อลายแบบเอสโอมีเส้นเลือดฝอยมาหล่อเลี้ยงเป็นจำนวนมาก ดังนั้น ที่บริเวณเส้นใยกล้ามเนื้อลายแบบเอสโอจึงมีออกซิเจนเพียงพอสำหรับการแตกสลายไขมันและคาร์โบไฮเดรต

เส้นใยกล้ามเนื้อลายแบบเอสโอ ไม่มีความสามารถในการผลิตพลังงานแบบแอนแอโรบิคหรือพลังที่ช่วยให้กล้ามเนื้อลายหดตัวอย่างรวดเร็ว ทั้งนี้ เพราะว่าเส้นใยกล้ามเนื้อลายแบบเอสโอมีไกลโคเจนสะสมอยู่น้อยมาก ตลอดจนมีความสามารถน้อยในการที่จะสร้างพลังงานโดยการแตกสลายคาร์โบไฮเดรตเป็นกรดแลคติค

สำหรับเส้นใยกล้ามเนื้อลายแบบเอฟโอจีและเอฟจีนั้น มีความสามารถแตกต่างจากเส้นใยกล้ามเนื้อลายแบบเอสโอ กล่าวคือ เส้นใยกล้ามเนื้อลายแบบเอฟโอจีสามารถผลิตพลังงานได้ทั้งแบบแอโรบิค คือมีการใช้ออกซิเจนเป็นตัวสันดาปให้เกิดพลังงาน และแบบแอนแอโรบิค คือมีการแตกสลายคาร์โบไฮเดรตเป็นกรดแลคติค ส่วนเส้นใยกล้ามเนื้อลายแบบเอฟจี เป็นเส้นใยกล้ามเนื้อลายที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เหมาะสำหรับกิจกรรมที่ต้องใช้พลังงานแบบที่ต้องการใช้ทันทีทันใด ทั้งนี้เพราะว่าเส้นใยกล้ามเนื้อลายแบบนี้ มีจำนวนไมโทคอนเดรียน้อย และมีความสามารถสูงในการแตกสลายคาร์โบไฮเดรต ในกรณีที่ขาดออกซิเจน เส้นใยกล้ามเนื้อลายทั้งแบบเอฟโอจีและเอฟจีมีไกลโคเจนเก็บสะสมเป็นจำนวนมากสำหรับการผลิตพลังงานที่ต้องใช้อย่างรวดเร็ว

2.4.2 การทำงานของกล้ามเนื้อลาย

สำหรับการทำงานของกล้ามเนื้อจะมีการแบ่งหน้าที่การทำงานอย่างชัดเจน ซึ่งสามารถแบ่งออกได้ดังนี้ คือ

1. กลุ่มกล้ามเนื้อที่ทำหน้าที่ (Agonist) เคลื่อนไหวข้อต่อ เพื่อก่อให้เกิดการเคลื่อนที่ของร่างกาย

2. กลุ่มกล้ามเนื้อมัดตรงข้าม (Antagonist) กับกลุ่มกล้ามเนื้อที่เคลื่อนไหวข้อต่อ โดยมีการผ่อนคลายและยอมให้มีการเคลื่อนไหว แต่จะทำหน้าที่เคลื่อนไหวข้อต่อในทิศทางตรงข้ามกับกลุ่มกล้ามเนื้อที่ทำหน้าที่

3. กลุ่มกล้ามเนื้อที่อยู่รอบๆ ข้อต่อ (Stabilizers) ซึ่งทำหน้าที่หดตัวยึดหรือประคองอวัยวะส่วนนั้นไม่ให้มีการเคลื่อนที่ เพื่อที่จะทำให้กล้ามเนื้อที่ทำหน้าที่ออกแรงทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

4. กลุ่มกล้ามเนื้อที่ทำหน้าที่ช่วยเหลือ (Synergist) การทำงานของกลุ่มกล้ามเนื้อที่ทำหน้าที่แต่ไม่ใช่กลุ่มกล้ามเนื้อที่เริ่มต้นตอบสนองต่อการทำงานเป็นกลุ่มแรก

2.4.2.1 ชนิดของการหดตัว

ตัวแปรที่ต้องนำมาพิจารณาในการหดตัวของกล้ามเนื้อได้แก่ เวลาที่ใช้ในการหดตัว (Contraction time) เวลาที่ใช้ในการคลายตัว (Relaxation time) ซึ่งเกี่ยวข้องกับความเร็วในการหดตัว (Velocity of contraction) การเปลี่ยนแปลงความยาว (Length change or Displacement) และแรงในการหดตัว (Force production) เราสามารถแบ่งชนิดการหดตัวได้หลายแบบดังนี้

1. แบ่งตามการเคลื่อนไหว

1.1 Static contraction ไม่มีการเคลื่อนไหวของข้อต่อบริเวณนั้นให้เห็น แต่มีความตึงตัวในกล้ามเนื้อ เช่น พยายามยกของหนักมากๆ มีแรงตึงเต็มที่ในกล้ามเนื้อแต่ของไม่ขยับ

1.2 Dynamic contraction มีการเคลื่อนไหวของข้อต่อบริเวณนั้น และมีความตึงในกล้ามเนื้อ เช่น ยกของเบาๆ ลอยขึ้นจากพื้น มีการงอของข้อให้เห็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. แบ่งตามความตึงของกล้ามเนื้อ

2.1 Isometric contraction ความตึงในกล้ามเนื้อคงที่ และความยาวกล้ามเนื้อคงที่ จึงไม่มีการเคลื่อนไหวให้เห็น

2.2 Isotonic contraction ความตึงในกล้ามเนื้อคงที่ และความกล้ามเนื้อเปลี่ยนแปลง จึงมีการเคลื่อนไหวให้เห็น คือสั้นลงและยาวขึ้น

- ถ้ากล้ามเนื้อหดตัวสั้นลง เรียกว่า มี Shortening contraction (อาจเรียกว่า Concentric contraction) เช่น ยกของลอยขึ้นมาได้ มีการงอศอกให้เห็น

- ถ้ากล้ามเนื้อยาวออก เรียกว่า มี Lengthening contraction (อาจเรียกว่า Eccentric contraction) เช่น พยายามวางของที่เรายกลอยขึ้นมาลง โดยการเหยียดศอกออก ของเริ่มค่อยๆ ลดต่ำลง ทั้งที่กล้ามเนื้อหดตัวอยู่ การหดตัวแบบ Eccentric contraction ทำให้เกิดการบาดเจ็บฉีกขาดเล็กๆ ของเส้นใยกล้ามเนื้อได้

2.3 Isokinetic contraction เป็นการหดตัวของกล้ามเนื้อโดยที่ความเร็วในการหดตัวคงที่ (Constant velocity of Lengthening contraction) ซึ่งมักเป็นการเคลื่อนไหวเชิงมุม ต้องอาศัยเครื่องมือที่ออกแบบมาเป็นพิเศษ (Isokinetic machine) (จัดเป็น Dynamic contraction ก็ได้)

2.4.3 แหล่งพลังงานของกล้ามเนื้อลาย

เมื่อกล้ามเนื้อถูกกระตุ้น มันจะตอบสนองโดยการผลักประจุไฟฟ้า ซึ่งเป็นตัวทำให้ผนังกล้ามเนื้อขยายตัว ทำให้เกิดการดูดซึมได้มาก ตัวประจุแคลเซียมที่อยู่ในบริเวณนั้นจะสามารถเข้าไปตามเส้นใยของกล้ามเนื้อ เมื่อประจุแคลเซียมไปรวมตัวกับเส้นใยโปรตีนไมโอซิน (Myosin) จะมีคุณสมบัติเร่งปฏิกิริยากระตุ้นสาร ATP สาร ATP นี้จะแตกตัวเป็น ADP ซึ่งเป็นพลังงานในการหดตัวของกล้ามเนื้อ

ATP คือแหล่งพลังงานของร่างกาย สารประกอบนี้จะช่วยในการถ่ายเทสารต่างๆ ผ่านผนังเซลล์ ช่วยการสังเคราะห์ทางเคมีในเซลล์ และให้พลังงานในการหดตัวของกล้ามเนื้อ

ATP ถูกผลิตมากจากสารอาหารที่รับประทานเข้าไป กล้ามเนื้อจะมี ATP สำรองเก็บไว้ใช้ได้น้อยมาก ซึ่งสามารถใช้ได้เพียง 1/6 วินาทีเท่านั้น จึงจำเป็นต้องมีกระบวนการสังเคราะห์ ATP ขึ้นใหม่ ในกรณีที่ต้องออกกำลังฉุกเฉิน สารที่ใช้สังเคราะห์ ATP คือ CP (Creatine Phosphate) โดย CP จะรวมตัวกับ ADP ให้กลายเป็น ATP ในช่วงเวลาเพียง 5 วินาที กระบวนการนี้เรียกว่า Anaerobic

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

phase คือ ไม่ต้องอาศัยออกซิเจนจากภายนอก เมื่อได้ ATP มาใช้งานเพียงพอแล้วก็ต้องมีการสังเคราะห์ขึ้นใหม่โดยออกซิเจนจากภายนอกด้วยการหายใจเข้า เรียกว่า Aerobic phase โดยกระบวนการแตกตัวของไกลโคเจนให้เป็นกรดไพรูวิคและกรดแลคติค กระบวนการจะช่วยยืดเวลาการทำงานของกล้ามเนื้อให้ยาวขึ้นจนกระทั่งปริมาณของกรดแลคติคมากเกินไป กล้ามเนื้อจะเกิดความล้าขึ้น

2.4.4 ผลของการออกกำลังกายที่มีต่อกล้ามเนื้อลาย

2.4.4.1 ขณะออกกำลังกาย

1. ความเร็วและความตึงตัวของกล้ามเนื้อลายในระหว่างการหดตัว

ความเร็วในการหดตัวของกล้ามเนื้อลายจะลดลงเมื่อความหนักของงานเพิ่มมากขึ้น วิดินสกี้ (Windinski, 1963) ได้ทำการทดลองและพบว่าเมื่อกล้ามเนื้อลายที่บริเวณแขนได้รับการกระตุ้นให้หดตัวด้วยอัตราเร็วสูงสุดจำนวนหน่วยยนต์ที่ใช้ในการหดตัวของกล้ามเนื้อของกล้ามเนื้อลายที่บริเวณแขนจะมีจำนวนเท่ากัน ไม่ว่าการหดตัวนั้นเป็นการหดตัวที่เกี่ยวข้องกับการใช้น้ำหนัก (เช่น การยกดัมเบลล์ หรือบาร์เบลล์) หรือไม่เกี่ยวข้องก็ตาม อย่างไรก็ดี ในกรณีที่กล้ามเนื้อมีการหดตัวโดยเกี่ยวข้องกับการใช้น้ำหนักการกระตุ้นของกระแสประสาทให้หน่วยยนต์ทำงานจะเกิดขึ้นนานกว่า ผู้วิจัยสรุปว่า ไม่ว่าจะเป็นงานชนิดใด กระแสประสารทจะถูกกระตุ้นทำให้มีจำนวนของหน่วยยนต์ที่ใช้ในการทำงานเท่ากัน ด้วยเหตุนี้ ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วและแรงในการหดตัวของกล้ามเนื้อลายจึงควรพิจารณาเกี่ยวกับคุณสมบัติของเนื้อเยื่อกล้ามเนื้อลายมากกว่าการพิจารณาเกี่ยวกับระบบประสาทกลาง

2. ความร้อนที่เกิดขึ้นในกล้ามเนื้อลาย

การหดตัวของกล้ามเนื้อลายเป็นผลทำให้เกิดความร้อนในกล้ามเนื้อลายเพิ่มมากขึ้น ความร้อนจะเกิดขึ้นพร้อมกับการหดตัวของกล้ามเนื้อลายไม่ว่าจะเป็นการหดตัวแบบไอโซโทนิค ไอโซเมตริค หรือไอโซคิเนติคก็ตาม นอกจากนั้น ความร้อนในกล้ามเนื้อลายยังเกิดขึ้นได้ในขณะกล้ามเนื้อลายคลายตัวและในขณะกำลังคืนสู่สภาพปกติ

การผลิตความร้อนในกล้ามเนื้อลาย แบ่งออกได้เป็น 4 ระยะ ดังนี้

1. ความร้อนที่เกิดขึ้นในช่วงที่กล้ามเนื้อลายถูกกระตุ้น เกิดจากการแยกตัวออกของสารแคลเซียมไอออนส์ในท่อซาร์โคพลาสมิคเรติคูลั่ม ซึ่งทำให้เกิดสภาพดีโพลาร์ไรเซชั่นของเยื่อหุ้มกล้ามเนื้อ หรือเรียกว่าเป็นระยะเตรียมในการหดตัวของกล้ามเนื้อลาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ความร้อนที่เกิดขึ้นในขณะกล้ามเนื้อลายหดสั้นเข้า เกิดจากการจับตัวของเส้นใยแอ็คทิน กับเส้นใยไมโอซินในการหดตัวแบบไอโซเมตริค หรือการเลื่อนเข้าหากันของเส้นใยแอ็คทินกับเส้นใยไมโอซินในการหดตัวแบบไอโซโทนิคหรือไอโซคิเนติค รวมทั้งการแตกตัวของเอทีพี เพื่อเป็นพลังงาน

3. ความร้อนที่เกิดขึ้นในขณะกล้ามเนื้อลายคลายตัว เกิดจากการคลายการเกร็งของกล้ามเนื้อลายในการหดตัวแบบไอโซเมตริค หรือการเลื่อนออกจากกันของเส้นใยแอ็คทิน และเส้นใยไมโอซินในการหดตัวแบบไอโซโทนิค หรือไอโซคิเนติค

4. ความร้อนที่เกิดขึ้นในขณะที่ร่างกายกำลังคืนสู่สภาพปกติ เกิดจากการทำงานของขบวนการเมตะบอลิซึมในร่างกายที่ทำงานเพื่อชดเชยสารอาหารในกล้ามเนื้อลายที่ถูกใช้ไปในขณะหดตัว

3. ความเหนื่อยล้าของกล้ามเนื้อลาย

จากการศึกษาทดลองที่ผ่านมาในอดีตจนถึงปัจจุบันได้แสดงให้เห็นว่า หน่วยยนต์ที่เกี่ยวข้องกับเส้นใยกล้ามเนื้อลายแบบหดตัวเร็วจะเหนื่อยล้าเร็วกว่าหน่วยยนต์ที่เกี่ยวข้องกับเส้นใยกล้ามเนื้อลายแบบหดตัวเร็ว

เนื่องจากความเหนื่อยล้าของร่างกายเป็นอุปสรรคต่อการเล่นกีฬา ดังนั้น นักสรีรวิทยาการออกกำลังกายเป็นจำนวนมาก ได้พยายามศึกษาค้นคว้าวิธีในการที่จะเลื่อนชะลอจุดที่ร่างกายเหนื่อยล้าในระหว่างเล่นกีฬา ทั้งนี้เพราะการเลื่อนชะลอเหนื่อยล้าของร่างกาย จะทำให้นักกีฬาสามารถแข่งขันได้อย่างมีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้นตลอดการแข่งขัน การฝึกซ้อมถูกต้องตามหลักวิชาการจึงมีส่วนเกี่ยวข้องเป็นอย่างมาก เช่น การฝึกซ้อมจะทำให้ร่างกายของนักกีฬาทำงานได้หนักเพิ่มขึ้น โดยมีการสะสมของกรดแลคติคน้อยลงภายในร่างกาย นอกจากนั้นการฝึกซ้อมยังทำให้เกิดการสำรองการใช้ไกลโคเจนภายในร่างกาย ทำให้นักกีฬาสามารถนำไขมันมาใช้เป็นพลังงานได้มากขึ้น ซึ่งหมายความว่าไกลโคเจนที่สะสมในกล้ามเนื้อและตับจะไม่ถูกนำมาใช้จนหมดเร็วเกินไป และก็จะทำให้ความเหนื่อยล้าเกิดขึ้นช้าลง สิ่งที่สำคัญอีกประการหนึ่ง คือการฝึกซ้อมจะทำให้นักกีฬาสามารถปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมได้ดี เช่น การฝึกซ้อมในที่ๆ มีอุณหภูมิสูง จะช่วยในการลดภาวะที่อุณหภูมิภายในร่างกายสูงเกินไป ตลอดจนลดภาวการณ์สูญเสียน้ำ และสารประเภทสื่อไฟฟ้าภายในร่างกาย

2.4.4.2 ภายหลังการออกกำลังกาย

ภายหลังการออกกำลังกายจะทำให้กล้ามเนื้อมีการเปลี่ยนแปลง ทั้งโครงสร้างและหน้าที่ อย่างไรก็ดี การเปลี่ยนแปลงนั้นขึ้นอยู่กับชนิดของการออกกำลังกาย เพราะทำให้เกิดผลแตกต่างกัน การออกกำลังกายที่ใช้แรงพยายามสูงในการปฏิบัติการเคลื่อนไหว จะเป็นการปรับปรุงทางด้านความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แข็งแรงของกล้ามเนื้อ การออกกำลังกายที่ใช้แรงพยายามปฏิบัติการเคลื่อนไหวอย่างรวดเร็ว จะเป็นการปรับปรุงทางด้านความเร็วในการหดตัวของกล้ามเนื้อ ขณะที่การออกกำลังกายที่ใช้แรงพยายามในการเคลื่อนไหวอย่างต่อเนื่องยาวนาน จะเป็นการปรับปรุงทางด้านความอดทนของกล้ามเนื้อ

การออกกำลังกายจะทำให้มีการเปลี่ยนแปลงของกล้ามเนื้อ ดังนี้

1. พื้นที่หน้าตัดของกล้ามเนื้อ

พบว่าการออกกำลังกายทำให้พื้นที่หน้าตัด (Cross-sectional area) โตขึ้น และมีความสัมพันธ์โดยตรง ระหว่างการเพิ่มพื้นที่หน้าตัดกับการเพิ่มแรงของกล้ามเนื้อ แต่ก็ยังมีข้อถกเถียงกันว่าการเพิ่มพื้นที่หน้าตัดนั้น จะเป็นการเพิ่มขนาดของเส้นใยกล้ามเนื้อ (Hypertrophy) หรือเพิ่มจำนวนเส้นใยกล้ามเนื้อ (Hyperplasia)

1.1 การเพิ่มขนาดของเส้นใยกล้ามเนื้อ (Hypertrophy)

ได้มีรายงานว่า Resistance training ทำให้เส้นผ่าศูนย์กลางของเส้นใยกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น ด้วยการใช้ Computerized tomography ทำให้ Haggmark และคณะ (1981) ทำการวัดพื้นที่หน้าตัดในผู้ถูกทดลอง 2 กลุ่ม คือ นักยกน้ำหนักและคนธรรมดา พบว่า นักยกน้ำหนักมีพื้นที่หน้าตัดของกล้ามเนื้อโตกว่า และพบว่าเป็นผลจากการเพิ่มขนาดของกล้ามเนื้อ

1.2 การเพิ่มจำนวนเส้นใยกล้ามเนื้อ (Hyperplasia)

หลักฐานที่สนับสนุนว่ามีการเพิ่มจำนวนของเส้นใยกล้ามเนื้อในมนุษย์นั้นมีน้อย อีกทั้งการวิจัยที่สนับสนุนว่ามี Hyperplasia ในสัตว์ทดลองก็ยังได้รับการวิพากษ์วิจารณ์เกี่ยวกับการผิดพลาดทางเทคนิคและวิธีการนับจำนวนเส้นใยกล้ามเนื้อว่าเชื่อถือได้น้อย อย่างไรก็ดี นักวิจัยส่วนใหญ่ลงความเห็นว่าการเพิ่มพื้นที่หน้าตัดของกล้ามเนื้อภายหลัง Hypertrophy เป็นผลจาก Resistance training

2. ชนิดของเส้นใยกล้ามเนื้อ

ได้มีนักวิจัยหลายคนศึกษาส่วนประกอบของชนิดเส้นใยกล้ามเนื้อที่ให้มีการฝึกแบบ Resistance training และแบบ Endurance training เป็นเวลาแรมปี แล้วเปรียบเทียบผลการเปลี่ยนแปลงจาการฝึกทั้ง 2 อย่าง จากการศึกษาดังกล่าวทำให้ Tesch และ Karisson (1985) ได้รายงานว่ามีการเพิ่ม FT : ST fiber area ratio ในนักยกน้ำหนักมากกว่ากลุ่มอื่น ซึ่งเป็นนักมวยปล้ำ นักวิ่ง นักวิ่งทน และผู้ที่ไม่ได้เป็นนักกีฬา ผู้รายงานได้ลงความเห็นว่าการฝึกด้วยการยกน้ำหนักทำให้มี Hypertrophy ของ FT fiber

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมี

การเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีภายหลังการฝึกเป็นได้ทั้ง Aerobic changes และ Anaerobic changes

3.1 Aerobic changes การเปลี่ยนแปลงทางด้านแอโรบิคเกิดขึ้นในกล้ามเนื้อลายที่เป็นผลจาก Endurance training

1) เพิ่มปริมาณ Myoglobin

2) เพิ่มออกซิเดชั่นของคาร์โบไฮเดรต (กลัยโคเจน)

3) เพิ่มออกซิเดชั่นของไขมัน

3.2 Anaerobic changes การเปลี่ยนแปลงทางด้านแอนแอโรบิคในกล้ามเนื้อลายจากการฝึกนั้น คือ

1) การทำงานของ Phosphagen (ATP-PC) system เพิ่มขึ้น คือ ATP ที่เก็บสะสมไว้ในกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น

2) เพิ่มการทำงานของ Anaerobic glycolysis คือสามารถทนต่อกรดแลคติคจำนวนมากที่คั่งได้

3.3 การเปลี่ยนแปลงใน Fast twitch fiber และ Slow twitch fiber พบว่าผลของการฝึกทำให้มีการตอบสนองจำเพาะ FT และ ST fibers การเปลี่ยนแปลงจำเพาะมีดังต่อไปนี้

1) ทางด้านการเปลี่ยนแปลงแอโรบิคนั้น พบว่ามีการเพิ่มทั้ง FT และ ST fibers

2) ส่วนการเปลี่ยนแปลง glycolytic capacity พบใน FT fibers มากกว่า

3) การฝึกแอโรบิคจะทำให้ FTb ค่อย ปเลี่ยนไปเป็น FTa

4. ผลของการฝึกจนเมื่อยล้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นที่ทราบกันดีว่าการออกกำลังกายจนเมื่อยล้าจะเป็นผลเสีย คือ จะทำให้สมรรถภาพของกล้ามเนื้อลดลง อย่างไรก็ดี ได้มีการพบว่าการฝึกจนเมื่อยล้าจะสามารถทำให้ผลของการฝึกที่ดีขึ้นได้โดยเฉพาะในระยะยาว

5. การเจ็บปวดกล้ามเนื้อจากการออกกำลังกาย

อาการเจ็บปวดกล้ามเนื้อภายหลังจากการออกกำลังกายนั้น เป็นภาวะที่พบได้บ่อย อาจพบทันทีขณะออกกำลังกาย หรือพบภายหลังการออกกำลังกายเป็นเวลา 1-2 วัน

2.5 ไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller)

เป็นระบบที่ประกอบด้วยหน่วยความจาทั้งแบบชั่วคราว(RAM)และแบบถาวร(ROM) หน่วยประมวลผลและพอร์ตอินพุต เอาท์พุตภายในตัว สามารถเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุม ระบบอื่นๆตามต้องการได้ จัดเป็นระบบฝังตัวชนิดหนึ่ง

2.5.1 ประเภทของไมโครคอนโทรลเลอร์

มีเกณฑ์การจาแนกหลายชนิดเช่น จานวนอินพุตและเอาท์พุต ขนาดของหน่วยความจาชั่วคราว แต่ส่วนมากจะแบ่งตามสถาปัตยกรรม ตัวอย่างที่พบได้ส่วนมากเช่น

1. ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล PIC (บริษัทผู้ผลิต Microchip ไมโครชิป)

2. ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS51 (บริษัทผู้ผลิต Atmel,Phillips)

3. ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล AVR (บริษัทผู้ผลิต Atmel) 41

4. ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล ARM7,ARM9 (บริษัทผู้ผลิต Atmel, Phillips, Analog Device, Sumsung, STMicroelectronics)

5. ไมโคร คอนโทรลเลอร์ตระกูล Basic Stamp (บริษัทผู้ผลิต Parallax)

6. ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล PSOC (บริษัทผู้ผลิต CYPRESS)

7. ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MSP (บริษัทผู้ผลิต Texas Intruments)

8. ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล 68HC (บริษัทผู้ผลิต MOTOROLA)

9. ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล H8 (บริษัทผู้ผลิต Renesas)

10. ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล RABBIT (บริษัทผู้ผลิต RABBIT SEMICONDUCTOR)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

11. ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล Z80 (บริษัทผู้ผลิต Zilog)

2.5.2 ภาษาที่ใช้ในการเขียนไมโครคอนโทรลเลอร์

ภาษาที่ใช้ในเบื้องต้น ไมโครคอนโทรลเลอร์บางตระกูล จะใช้ได้ครบทุกภาษา แต่บางตระกูลจะใช้ได้บางภาษา ขึ้นอยู่กับบริษัทผู้ผลิต Software (โดยทั่วไปจะเรียกว่า Editor And Complier) ที่ใช้เขียนภาษาไมโครคอนโทรลเลอร์นั้น ได้แก่

1.ภาษา Assembly

2.ภาษา Basic

3.ภาษา C

4.ภาษา Pascal

2.5.3 การประยุกต์ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์

นำไปใช้ฝังในระบบของอุปกรณ์อื่น ๆ เพื่อใช้ควบคุมการทางานบางอย่าง เช่น ใช้ในรถยนต์, เตาอบไมโครเวฟ, เครื่องปรับอากาศ, เครื่องซักผ้าอัตโนมัติ เป็นต้น เพราะว่าไมโครคอนโทรลเลอร์มีข้อดีเหมาะสมต่อการใช้ในงานควบคุมหลายประการ เช่น

- ชิพไอซีและระบบที่ได้มีขนาดเล็ก
- ระบบที่ได้มีราคาถูกกว่าการใช้ชิพไมโครโพรเซสเซอร์
- วงจรที่ได้จะมีความซับซ้อนน้อย ช่วยลดข้อผิดพลาดที่อาจจะเกิดขึ้นได้ในการต่อวงจร
- มีคุณสมบัติเพิ่มเติมสาหรับงานควบคุมโดยเฉพาะซึ่งใช้งานได้ง่าย
- ช่วยลดระยะเวลาในการพัฒนาระบบได้

2.5.4 ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino

เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล AVR ขนาดเล็กเป็นตัวประมวลผลและสั่งงาน ซึ่งมีการพัฒนาแบบ open source มีจุดเด่นในเรื่องของความง่ายในการใช้งานเนื่องจากมีการออกแบบคาสั่งต่างๆขึ้นมาสนับสนุนการใช้งาน ด้วยรูปแบบที่ไม่ซับซ้อน รวมถึงมีการพัฒนาแบบ open source คือการเปิดเผยข้อมูลด้าน Hardware และ Software ทาให้มีการนาไปพัฒนาและประยุกต์ใช้งานกันอย่างแพร่หลาย นอกจากนี้ยังมีราคาไม่แพง มี source code สาเร็จจานวนมาก ซึ่งเหมาะสมสาหรับผู้เริ่มต้น

ผู้ใช้งานสามารถต่อวงจรอิเล็กทรอนิคส์จากภายนอกแล้วเชื่อมต่อเข้ามาที่ขา I/O ของบอร์ด ทั้งแบบดิจิตอลและแบบอนาลอกเพื่อนาไปรับค่าจากอุปกรณ์ตรวจจับ (sensor)แบบต่างๆ รวมไปถึงการ

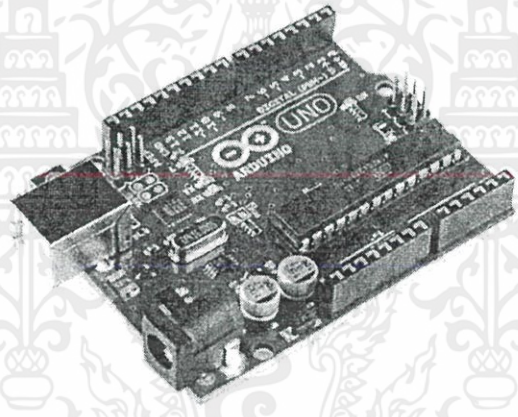
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ควบคุมอุปกรณ์เอาท์พุตต่างๆเช่น หลอดไฟ มอเตอร์ เป็นต้น หรือเพื่อความสะดวกสามารถเลือกต่อกับบอร์ดเสริม (Arduino Shield) ประเภทต่างๆ เช่น Arduino XBee Shield, Arduino Music Shield, Arduino Relay Shield, Arduino Wireless Shield, Arduino GPRS Shield เป็นต้น

2.5.4.1 รุ่นต่างๆของ Arduino

ปัจจุบันมีผลิตออกมามากกว่า 20 รุ่น โดยมีความแตกต่างกันทั้งทางด้านขนาด จานวนพิน ชนิดขของหน่วยประมวลผล รวมถึงคุณสมบัติพิเศษที่เพิ่มเข้ามาเพื่อการทางานโดยเฉพาะ ซึ่งเพิ่มความสะดวกในการใช้งานยิ่งขึ้น เช่น

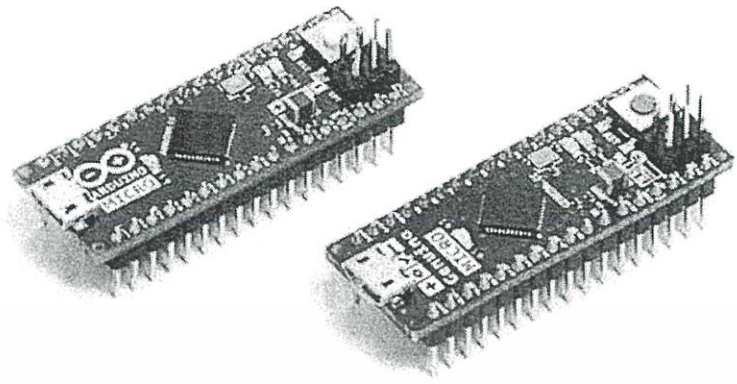
Arduino UNO เป็นบอร์ดพื้นฐานที่ใช้งานง่าย สามารถนาไปประยุกต์ใช้กับงานต่างๆได้ เหมาะสาหรับผู้เริ่มต้น



รูปที่ 2.15 Arduino Uno

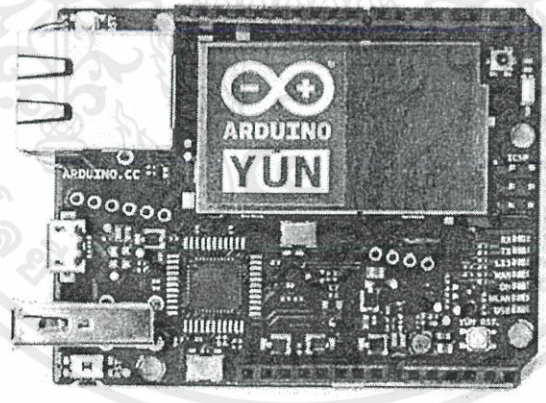
Arduino Micro เป็นบอร์ดขนาดเล็ก มีจานวนพินที่น้อยกว่ารุ่นอื่นๆ เหมาะสาหรับใช้ในงาน built-in ภายในอุปกรณ์ที่มีขนาดเล็ก เช่น เมาส์ คีย์บอร์ด เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.16 Arduino Micro

Arduino Yún เป็นบอร์ดที่ถูกเพิ่มอุปกรณ์เข้าไปภายใน เช่น Ethernet, Wifi, ช่องสาหรับ Micro-SD card เหมาะสาหรับการใช้งานด้าน Internet of Things



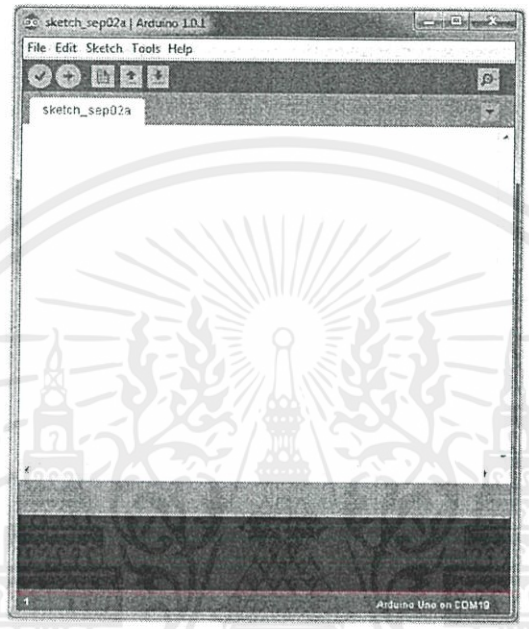
รูปที่ 2.17 Arduino Yún

2.5.4.2 การโปรแกรม Arduino

โปรแกรมบนคอมพิวเตอร์ ผ่านทางโปรแกรม Arduino IDE ซึ่งเป็นโปรแกรมแบบ open-source ทาให้การเขียนและการอัพโหลดโปรแกรมเป็นไปอย่างง่ายดาย Arduino IDE นั้นสามารถใช้งานได้บนระบบปฏิบัติการทั้ง Windows Mac OS X และ Linux ภาษาที่ใช้ในการเขียนโปรแกรมคือ

เอกสารนี้ [illegible] ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

C++ ที่มีโครงสร้างของตัวภาษาโดยรวมใกล้เคียงกันกับภาษาซีมาตรฐาน (ANSI-C) เพียงแต่มีการปรับปรุงรูปแบบในการเขียนโปรแกรมบางส่วนให้ต่างไปจากเดิมเล็กน้อย เพื่อลดความยุ่งยากในการเขียนโปรแกรมและเพิ่มความง่าย สะดวกกว่าการเขียนแบบมาตรฐานโดยตรง



รูปที่ 2.18 Arduino program

2.6 การสื่อสารไร้สายแบบ Bluetooth

บลูทูธ (Bluetooth) คือ ระบบการสื่อสารของอุปกรณ์อิเล็กโทนิคแบบสองทาง ที่ใช้เทคนิคการส่งคลื่นวิทยุระยะสั้น (Short-Range Radio Links) เป็น สื่อกลางในการติดต่อสื่อสาร ระหว่างอุปกรณ์ต่างชนิดกัน โดยปราศจากการใช้สายเคเบิ้ล หรือ สายสัญญาณเชื่อมต่อ และไม่จาเป็นต้องใช้การเดินทางแบบเส้นตรงเหมือนกับอินฟราเรด ซึ่งถือว่าเพิ่มความสะดวกมากกว่าการเชื่อมต่อแบบอินฟราเรด ที่เชื่อมต่อระหว่างโทรศัพท์มือถือกับอุปกรณ์ ในโทรศัพท์เคลื่อนที่รุ่นก่อนๆ โดยปัจจุบันเทคโนโลยีการสื่อสารไร้สายบลูทูธ ถูกนามาประยุกต์ใช้งานในการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ต่างๆ ทาให้สะดวกต่อการใช้งาน เนื่องจากไม่จากัดพื้นที่ มิต้องใช้อุปกรณ์ที่เป็นสายสัญญาณ สามารถเชื่อมต่อได้ไกล เช่น การส่งข้อมูลจากโทรศัพท์เคลื่อนที่เครื่องหนึ่งไปยังโทรศัพท์เคลื่อนที่อีกเครื่องหนึ่ง หากส่งผ่านสายสัญญาณ จำเป็นต้องใช้อุปกรณ์เสริมเพื่อทำให้อุปกรณ์ทั้งสองเชื่อมต่อกันได้ แต่เทคโนโลยีบลูทูธ ช่วยให้การส่งข้อมูลของอุปกรณ์ทั้งสองสะดวกขึ้นโดยการส่งผ่านคลื่นวิทยุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.1 หลักการทางานของ Bluetooth

ระบบเครือข่ายไร้สายส่วนบุคคลที่ใช้เชื่อมต่อ โดยตรงระหว่างอุปกรณ์ที่อยู่ใกล้กันชนิดนี้ ในแต่ละเครือข่าย จะมีอุปกรณ์ตัวหนึ่ง เรียกว่า มาสเตอร์(Master) หรือตัวแม่ข่าย ทาหน้าที่ควบคุมการทางานและประสานงานให้กับอุปกรณ์ตัวอื่นๆในเครือข่ายเดียวกัน ส่วนอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อตัวอื่นๆ เรียกว่า สลาฟ (Slave) หรือตัวลูกข่าย ตามความเหมาะสมซึ่งภายในเครือข่ายจะมีการจัดการกันเองอัตโนมัติด้วยโปรโทคอลมาตรฐาน อุปกรณ์บลูทูธแต่ละตัวจะมีแอดเดรส (Address) หรือการระบุตำแหน่ง ซึ่งเป็นรหัสประจำตัวที่ไม่ซ้ำกับอุปกรณ์ตัวอื่น มีความยาวขนาด 48 บิต เรียกว่า บีดี แอดเดอ (BD_ADDR) ใช้ในการจำแนกอุปกรณ์แต่ละตัวและใช้ในการระบุความถี่ที่ใช้อุปกรณ์นั้นๆ

2.6.2 ความถี่คลื่นวิทยุ

ความถี่มาตรฐานสาหรับเทคโนโลยีบลูทูธประมาณ 2.4 –2.483 กิกกะเฮิรตซ์ (GHz) ซึ่งช่วงความถี่ที่ใช้งานอาจแตกต่างกันบ้างในบางประเทศ เนื่องจากความถี่ที่ใช้สาหรับบลูทูธ เป็นความถี่สาธารณะ (Unlicensed frequency) ไม่ต้องขออนุญาตการใช้งานความถี่ดังกล่าวจากหน่วยงานกาหนดหรือจัดสรรความถี่ของประเทศนั้นๆ ทาให้การใช้งานความถี่นี้แออัด อาจถูกรบกวนจากสิ่งต่าง ๆ เช่น คลื่นสัญญาณรบกวนจากเครือข่าย ที่อยู่ใกล้กันได้ง่าย ดังนั้นประสิทธิภาพของการใช้งานบลูทูธจึงขึ้นอยู่กับคุณภาพของอุปกรณ์ จานวนหรือความหนาแน่นของการใช้งานด้วย

2.6.3 ระยะเชื่อมต่อของบลูทูธ

อุปกรณ์บลูทูธถูกแบ่งออกเป็นสามระดับ ตามความสามารถในการส่งข้อมูล ระดับหนึ่ง (Class 1) สามารถรับส่งข้อมูลในรัศมี 100 เมตร ใช้พลังงานประมาณ 100 มิลลิวัตต์ ระดับสอง (Class 2) สามารถรับส่งข้อมูลในรัศมี 10 เมตร ใช้พลังงานประมาณ 2.5 มิลลิวัตต์ ระดับสาม (Class 3) สามารถรับส่งข้อมูลในรัศมี 1 เมตร ใช้พลังงานประมาณ 1 มิลลิวัตต์

2.6.4 ส่วนประกอบของชุดข้อมูล

ข้อมูลที่รับส่งอยู่ในเครือข่ายบลูทูท ถูกแบ่งออกเป็นหน่วยย่อยๆ เรียกว่า พีดียู (packet data unit: PDU) ซึ่งประกอบไปด้วย

- รหัสการเข้าถึง (Access Code) เป็นส่วนที่เก็บข้อมูลหมายเลขเครือข่ายและแอดเดรสหรือตาแหน่งของอุปกรณ์ต้นและปลายทาง มีขนาดยาว 72 บิต
- ส่วนหัว (Header) เป็นส่วนที่เก็บข้อมูลเส้นทางที่เหมาะสมในการส่งข้อมูล มีขนาดยาว 54 บิต
- ข้อมูล (Payload) คือข้อมูลที่ต้องการส่งไปยังปลายทาง มีขนาดระหว่าง 0 –2745 บิต ขึ้นอยู่กับการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.5 อัตราเร็วในการแลกเปลี่ยนข้อมูล

ความเร็วสูงสุดพื้นฐานในการส่งข้อมูลของแต่ละช่องสัญญาณประมาณ 1 เมกกะบิตต่อวินาที (Mbps) ทั้งนี้ความเร็วที่ส่งได้จริงอาจน้อยกว่า เนื่องจากความเร็วบางส่วนจะเสียไปจากการควบคุมและจัดการการส่งข้อมูล นอกจากนี้ผู้ใช้ในแต่ละพิโคเน็ต คงต้องแบ่งความสามารถในการส่งข้อมูลกันด้วย ทาให้ความสามารถในการส่งข้อมูลลดลง

2.6.6 หลักการทางานของบลูทูธ

2.6.6.1 การส่งข้อมูลผ่านคลื่นวิทยุด้วยการแผ่สเปกตรัม

กระบวนการส่งข้อมูลผ่านคลื่นวิทยุ ผู้ส่งจะส่งข้อมูลบนความถี่ซึ่งถูกแบ่งออกเป็น 79 ช่องสัญญาณโดยส่งข้อมูลไปบนช่องสัญญาณที่เปลี่ยนไปมาอย่างต่อเนื่องตามลำดับที่ได้กาหนดไว้ ผู้รับก็ต้องรับข้อมูลด้วยลำดับความถี่ที่เปลี่ยนแปลงตามความถี่ของช่องสัญญาณที่ผู้ส่งส่งมาในเวลาเดียวกัน ทั้งนี้เพื่อป้องกันการดักจับข้อมูลจากผู้ใช้อื่น เนื่องจากลำดับความถี่ที่ส่งจะเข้าใจกันระหว่างผู้รับและผู้ส่งเท่านั้น

2.6.6.2 รูปแบบสัญญาณค้นหาอุปกรณ์ (Service discovery protocol)

รูปแบบของสัญญาณที่ใช้ในการค้นหาอุปกรณ์ บลูทูธที่อยู่ใกล้เคียงกัน ซึ่งกระบวนการนี้ เริ่มจากอุปกรณ์บลูทูธส่งสัญญาณซึ่งมีรูปแบบที่เข้ากันใจระหว่างอุปกรณ์บลูทูธ เมื่ออุปกรณ์บลูทูธอื่น พบคลื่นสัญญาณนี้ ก็จะตอบสนองกลับมา โดยส่งแอดเดรสประจาเครื่อง กลับมาด้วยทำให้อุปกรณ์ทั้งสองสามารถเชื่อมต่อกันได้ในขั้นตอนต่อไป

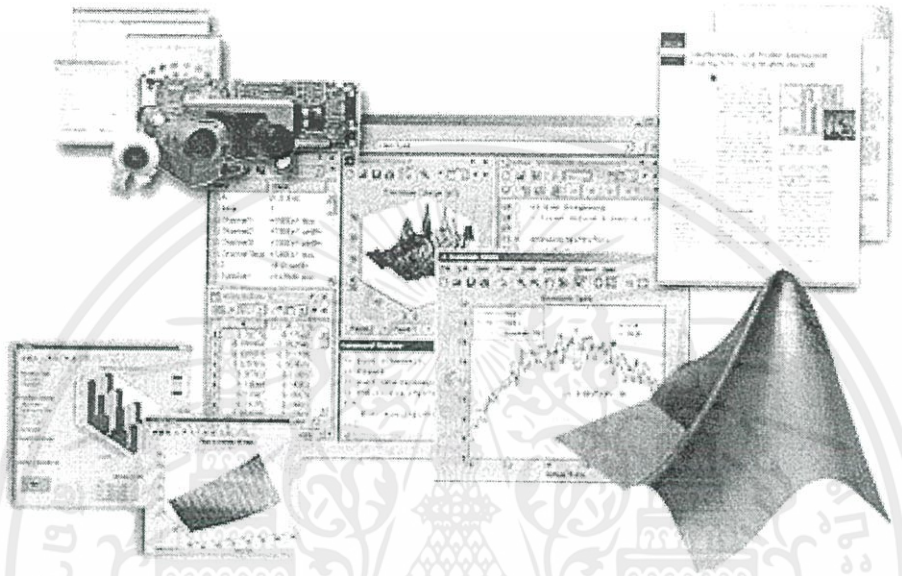
2.6.7 รูปแบบการสื่อสาร (Application protocol)

คำสั่งหรือกระบวนการที่ถูกใช้โดยโปรแกรมประยุกต์ เพื่อกำหนดขั้นตอน กระบวนการในการรับและส่งข้อมูล ถูกพัฒนาขึ้นมาให้มีความเป็นอิสระ โดยเทคโนโลยีหรือโปรแกรมประยุกต์ทั่วไปสามารถนาไปใช้งานได้ ซึ่งระบบบลูทูธได้นาเอาโพรโทคอลเหล่านี้มาใช้งานในการเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์การสื่อสารชนิดต่างๆ เนื่องจากรูปแบบการสื่อสารจะแตกต่างกันเช่น การเชื่อมต่อผ่านเครือข่ายบลูทูธระหว่างคอมพิวเตอร์พกพาและเมาส์ (mouse) ใช้โพรโทคอลอาร์เอส -232 (RS-232) การแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างคอมพิวเตอร์พกพาและเครื่องพีดีเอใช้โพรโทคอลแลกเปลี่ยนอ็อบเจกต์ (Object exchange : OBEX) และการเชื่อมต่อระหว่างคอมพิวเตอร์พกพาผ่านจุดเชื่อมต่อไปยังอุปกรณ์จัดเส้นทาง (router) ใช้โพรโทคอลจุดต่อจุด (Point to Point protocol : PPP)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7 โปรแกรม MATLAB

2.7.1 MATLAB คืออะไร



รูปที่ 2.19 โปรแกรม Matlab

Matlab เป็น ภาษาคอมพิวเตอร์ระดับสูงที่มาพร้อมด้วยสภาพแวดล้อมการทำงานเชิงโต้ตอบ (คล้ายเครื่องคิดเลข) ซึ่งสามารถคำนวณคณิตศาสตร์ที่ซับซ้อนได้อย่างรวดเร็วมากกว่าภาษาคอมพิวเตอร์สมัยก่อน เช่น ภาษา C, C++ หรือ Fortran

Matlab เป็นภาษาคอมพิวเตอร์ระดับสูงที่ใช้สำหรับคำนวณเชิงตัวเลข (Numerical Computing: อธิบายด้านล่าง) แสดงผลกราฟฟิก และเขียนแอพพลเคชั่น ทำให้เราสามารถคำนวณผลลัพธ์ พัฒนาอัลกลิที่ม สร้างแบบจำลอง และแอพพลิเคชั่นได้ง่ายและรวดเร็วมาก ภายในตัว Matlab ประกอบ ด้วยภาษาคอมพิวเตอร์ ทูลบอ็กซ์(Toolbox: กลุ่มฟังก์ชันสำเร็จรูปในแต่ละสาขาวิชา) และฟังก์ชันพื้นฐานจำนวนมาก ทำให้การวิเคราะห์ทำได้หลากหลายวิธี พร้อมกับคำตอบที่รวดเร็วกว่าโปรแกรมตารางคำนวณ(Spreadsheet) หรือภาษาคอมพิวเตอร์สมัยก่อน เช่น C, C++, Fortran, Java และอื่นๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณสามารถนำ Matlab ไปประยุกต์ใช้งานได้หลายสาขามาก ทั้ง การประมวลผลสัญญาณ (Signal Processing) การสื่อสาร(Communication) การประมวลผลภาพและวิดีโอ(Image and Video Processing) ระบบควมคุม(Control System) การวัดและควบคุม(Instruments and Control) การคำนวณทางเศรษฐศาสตร์(Economic) การคำนวณทางชีววิทยา(Biology) และอื่นๆ มีนักวิทยาศาสตร์และวิศวกรหลายล้านคนทั้งในแวดวงการศึกษาและอุตสาหกรรมที่ใช้ Matlab ในการคำนวณเชิงตัวเลข

2.7.1.1 คณิตศาสตร์ คืออะไร?

สรุปแบบง่ายๆ ก็คือ สมการที่ใช้แสดงลักษณะทางธรรมชาติ ความเป็นเหตุเป็นผล และความสัมพันธ์ของสิ่งต่างๆ นั่นคือ สมการคณิตศาสตร์จะช่วยให้เราคำนวณเงื่อนไขต่างๆ ที่เกิดขึ้นบนโลกนี้ได้อย่างถูกต้องแม่นยำ และมีความน่าเชื่อถือมากขึ้น

ความแตกต่างระหว่าง Pure math กับ Applied Math

Pure Math:

- Concept
- Theory
- Reasoning

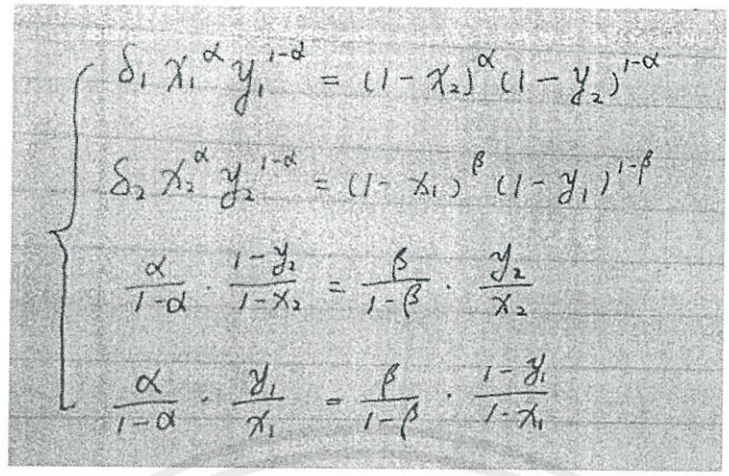
Applied Math:

- Problem solving
- Algorithm
- Stability, Convergence

รูปแบบการคำนวณทางคณิตศาสตร์ มี 2 วิธี คือ

1. ใช้คน ในการคำนวณและหาคำตอบ เป็น Pure Math

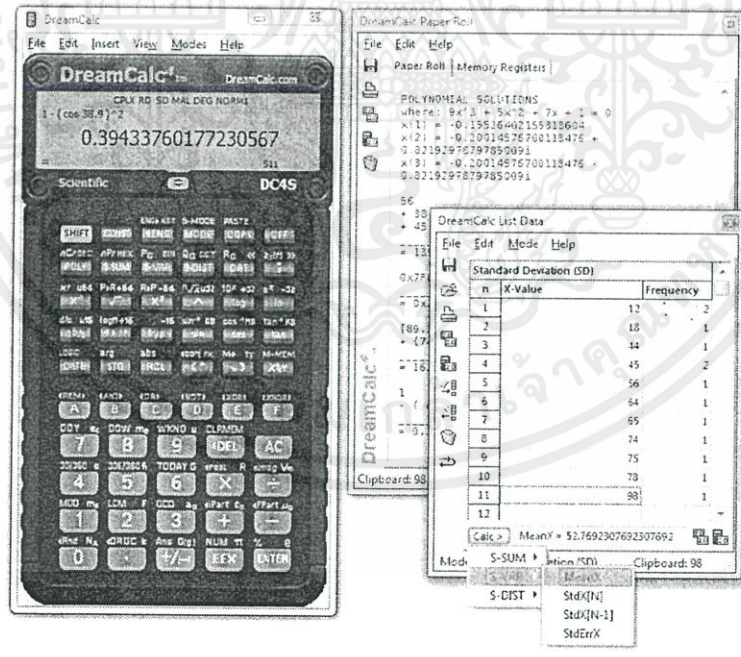
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



$$\begin{cases} \delta_1 x_1^{\alpha} y_1^{1-\alpha} = (1-x_2)^{\alpha}(1-y_2)^{1-\alpha} \\ \delta_2 x_2^{\alpha} y_2^{1-\alpha} = (1-x_1)^{\beta}(1-y_1)^{1-\beta} \\ \frac{\alpha}{1-\alpha} \cdot \frac{1-y_2}{1-x_2} = \frac{\beta}{1-\beta} \cdot \frac{y_2}{x_2} \\ \frac{\alpha}{1-\alpha} \cdot \frac{y_1}{x_1} = \frac{\beta}{1-\beta} \cdot \frac{1-y_1}{1-x_1} \end{cases}$$

รูปที่ 2.20 การคำนวนทางคณิตศาสตร์แบบใช้มือ

2. ใช้เครื่องมือ เช่น ลูกคิด เครื่องคิดเลข และใช้คอมพิวเตอร์ เป็น Applied Math



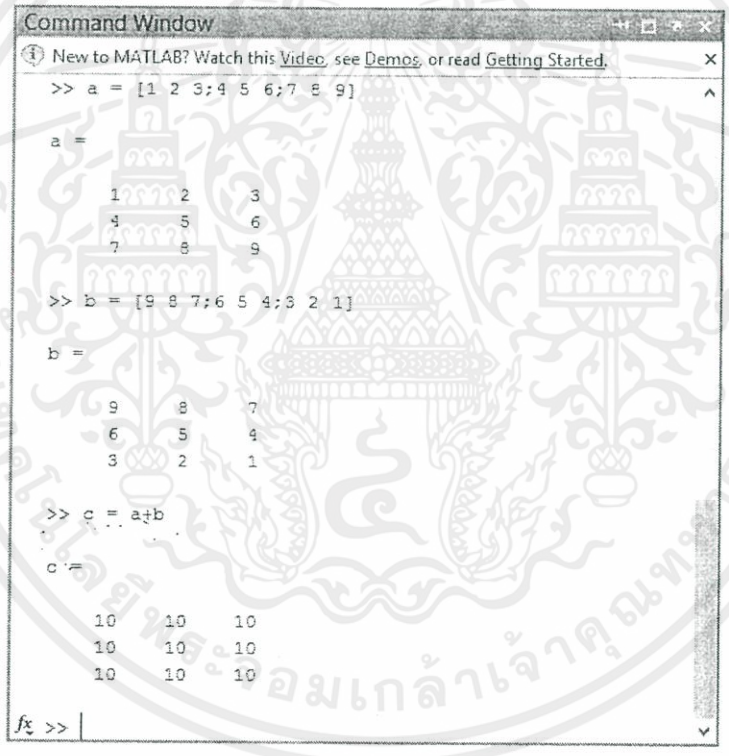
รูปที่ 2.21 เครื่องคิดเลขวิทยาศาสตร์ที่สามารถส่งข้อมูลไปแสดงผลยังคอมพิวเตอร์ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.1.2 ชนิดของซอฟต์แวร์คำนวณคณิตศาสตร์ด้วยคอมพิวเตอร์

การคำนวณคณิตศาสตร์ด้วยคอมพิวเตอร์สามารถทำได้หลายแนวทาง เช่น การเขียนโปรแกรมด้วยภาษาคอมพิวเตอร์ทั่วไป เช่น ภาษา C, Fortran หรืออื่นๆ สำหรับคำนวณสมการนั้นๆ หรือใช้โปรแกรมเฉพาะทาง มีทั้งที่ทำการค้า เช่น Matlab, Mathcad , Mathematica, Maple เป็นต้น และโปรแกรมที่ใช้งานได้ฟรี เช่น Scilab, Octave เป็นต้น โดยแบ่งออกตามลักษณะการใช้งานได้ 2 วิธี คือ

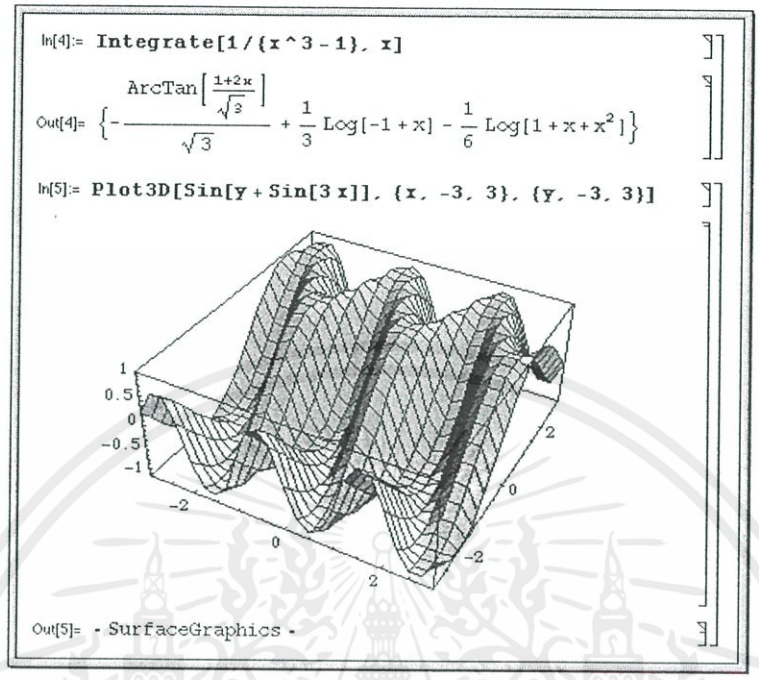
1. Numerical Computing (Technical Computing) เป็นการนวณคณิตศาสตร์เชิงตัวเลข คือ แทนค่าตัวแปรด้วยตัวเลขแล้วให้โปรแกรมคำนวณคำตอบเป็นตัวเลข ซอฟต์แวร์ที่คนนิยมใช้กันมาก คือ Matlab และ Scilab



รูปที่ 2.22 การใช้ Matlab หาค่าการบวกกันของเมตริกซ์ขนาด 3 x 3

2. Symbolic Computing เป็นการคำนวณคณิตศาสตร์เชิงตัวแปร คือ ป้อนสมการที่ติดค่าตัวแปรไว้แล้วให้โปรแกรมคำนวณหาค่าคำตอบที่อยู่ในรูปสมการตัวแปร โปรแกรมสำคัญๆ ที่คนนิยมใช้กันคือ Mathematica, Maple, Mathcad

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.23 การคำนวณคณิตศาสตร์เชิงตัวแปรโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์

2.7.1.3 ข้อดีของโปรแกรม MATLAB

- โปรแกรมใช้งานง่าย ทำงานได้หลากหลายรูปแบบด้วยสภาพแวดล้อมเชิงโต้ตอบคล้ายเครื่องคิดเลขสามารถตรวจสอบค่าต่างๆ ซ้ำได้อย่ารวดเร็ว ประยุกต์ใช้ในการออกแบบและแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ง่ายและมีประสิทธิภาพสูงมาก

- มีทูลบ็อกซ์หรือไลบรารีฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์มากมาย สำหรับ พีชคณิต สถิติ การวิเคราห์ฟูเรีย ฟัซซีลอจิก การประมวลผลภาพและวิดีโอ การคำนวณทางเศรษฐศาสตร์ และชีววิทยา เป็นต้น

- มี Simulink ที่เป็นซอฟต์แวร์สนับสนุนการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์บน Matlab พร้อมด้วยบล็อกเซ็ตหลายสาขาวิชา เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ระบบต่างๆ การสร้างแอพพลิเคชั่น หรือสร้างอุปกรณ์สำเร็จรูป

- ประกอบด้วยฟังก์ชันสำหรับแสดงผลกราฟฟิกขั้นสูง ในการแสดงผลข้อมูลที่หลากหลายได้อย่างสวยงาม นอกจากนั้นยังสามารถปรับแต่งการพล็อตได้ง่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Matlab มีเครื่องมือช่วยปรับปรุงโค้ดต่างๆ ที่ต้องการจะสร้างเป็นแอพพลิเคชั่นหรืออุปกรณ์สำเร็จรูป

- จัดหาเครื่องมือสำหรับสร้างแอพพลิเคชั่นบน Matlab ด้วย GUI (Graphic User Interface) นั่นคือคุณสามารถสร้างแอพพลิเคชั่นบน Matlab ด้วยเครื่องมือคล้ายๆ กับ Visual Basic

- Matlab สามารถเชื่อมการทำงานร่วมกับ ภาษาซี จาวา ดอทเน็ต เอ็กเซล หรือฮาร์ดแวร์ภายนอก

2.7.1.4 ข้อเสียของ MATLAB

- เครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้ควรมีประสิทธิภาพสูง

- โปรแกรมมีส่วนประกอบเยอะ ประกอบทูลบ็อกซ์และบล็อกเซ็ตจำนวนมาก ดังนั้นฟังก์ชันที่มาพร้อมกับ Matlab จึงมากมาย บางครั้งอาจทำให้หาฟังก์ชันที่ต้องการลำบาก

- ราคาแพง

2.7.1.5 เริ่มต้นโปรแกรม MATLAB

ซอฟต์แวร์หรือเครื่องมือสำหรับคำนวณทางคณิตศาสตร์ จะประกอบด้วย 2 ส่วนสำคัญ คือ

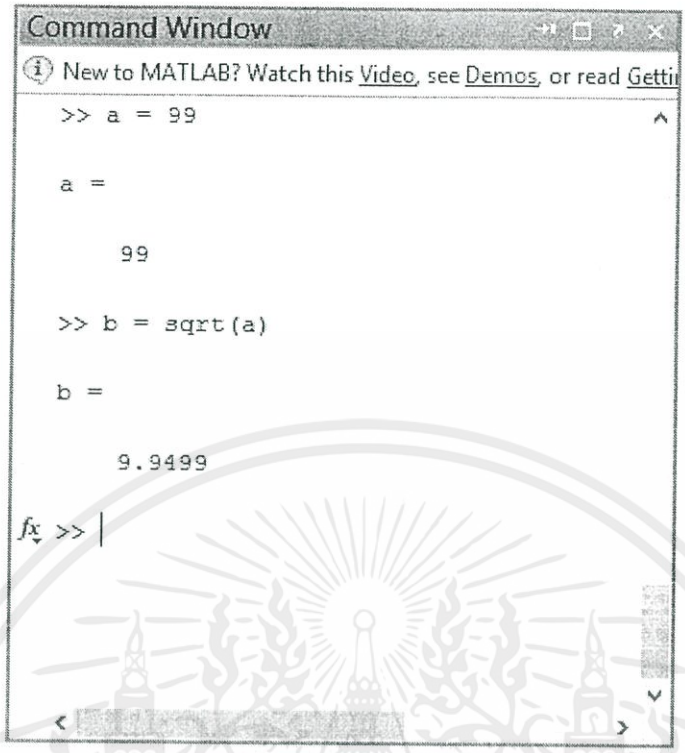
1. เป็นเครื่องคิดเลข (Calculator) ตรงๆ ก็คือการกดเครื่องคิดเลขด้วยคอมพิวเตอร์

2. เป็นภาษาระดับสูง(จะอธิบายบทต่อไป) เพื่อให้ผู้ใช้สามารถพัฒนาแอพพลิเคชั่นหรืองฟังก์ชันเฉพาะงาน

ก่อนอื่นมาเริ่มต้นรู้จักของ MATLAB กันเลย วิธีการติดตั้งค้นหาจากในเว็บไซต์ www.mathworks.com ขั้นแรกลองใช้ Matlab แบบเครื่องคิดเลข เปิดโปรแกรมขึ้นมา ดับเบิ้ลคลิกที่ไอคอน

พิมพ์ตามด้านล่าง เราจะใช้ Matlab คำนวณค่ารากฐานสอง(Square Root) ของ 99 ที่เครื่องหมายพร็อมพ์(>>)บนหน้าต่าง Command Window พิมพ์ a = 99 แล้วกดคีย์ Enter เป็นการกำหนดค่า a เท่ากับ 99 ที่พร็อพบรรทัดใหม่ ป้อนคำสั่ง b = sqrt(a) เพื่อให้ Matlab เรียกฟังก์ชัน sqrt มาหาค่า รากฐานสองของตัวแปร a ซึ่งเรากำหนดค่าให้เท่ากับ 99 ผลลัพธ์ดังรูปด้านล่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.24 ผลลัพธ์จากคำสั่งในโปรแกรม Matlab

จะเห็นว่าเราคำนวณรากฐานสองของ 99 ได้ง่ายและรวดเร็วเหมือนกับเครื่องคิดเลข แต่บอกไว้ก่อนว่าสิ่งนี้คุณสมบัติพื้นฐานของซอฟต์แวร์คำนวณคณิตศาสตร์โดยทั่วไป

การสร้างแอพพลิเคชั่นหรือฟังก์ชันเฉพาะงาน โดยเขียนโปรแกรม m-file

การเขียนฟังก์ชันเพิ่มเติมให้กับ Matlab ด้วยภาษา Matlab เราเคยรู้กันว่า ถ้าอยากเขียนโปรแกรมหรือสร้างแอพพลิเคชั่นบนวินโดว์ไว้ใช้งานเอง เราก็ใช้ภาษาซีสำหรับวินโดว์เขียนได้ ถ้าอยากได้แอพพลิเคชั่นที่รันบนลินุกซ์เราก็สามารถใช้ภาษาซีสำหรับลีนุกซ์สร้างได้ เช่นเดียวกันถ้าเราอยากได้ฟังก์ชันหรือซอฟต์แวร์ที่ทำงานบน Matlab เราก็ต้องใช้ภาษา Matlab เพราะรองรับการเขียนไฟล์นามสกุล m-file

แอพพลิเคชั่นหรือฟังก์ชันบน Matlab แบ่งออกได้ 2 แบบ คือ ฟังก์ชันกับสคริปต์

1. ฟังก์ชัน เป็น m-file ที่ต้องป้อนตัวแปรอินพุตหรือรับค่าจากเอาต์พุตในการทำงาน นั่นคือส่วนใหญ่ฟังก์ชันใน Matlab เราจะเรียกเพื่อการคำนวณเท่านั้น เช่น det() เป็นฟังก์ชันสำเร็จรูปใน Matlab สำหรับคำนวณค่าดีเทอร์มิแนนท์ (Determinant) ของเมตริกซ์ เมื่อเรียกใช้เราต้องใส่ค่าตัว

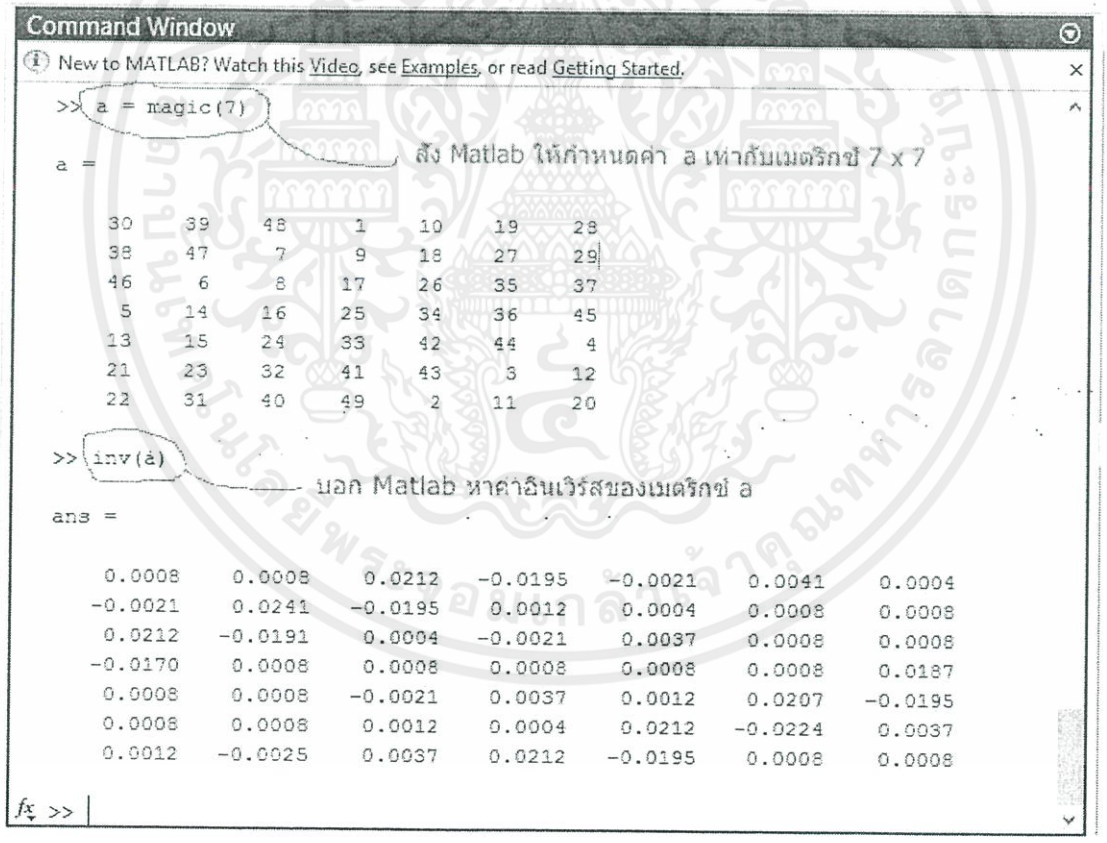
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แปรเมตริกซ์ที่ต้องการคำนวณไว้ในวงเล็บ ส่วนคำตอบจะกำหนดตัวแปรเพื่อรับค่าหรือไม่ก็ได้ เพราะ Matlab กำหนดตัวแปร ans เพื่อรับคำตอบบน Command Windows โดยอัตโนมัติอยู่แล้ว

2. สคริปต์ เป็น m-file ที่รวมคำสั่งหรือฟังก์ชันต่างๆ เข้าไว้ด้วยกัน เพื่อทำงานอย่างใดอย่างหนึ่งโดยเฉพาะ สะดวกในการทำซ้ำ เพียงแค่เรียกชื่อสคริปต์ของคุณบน Command Windows เท่านั้น คำสั่งในสคริปต์ก็จะทำงาน ส่วนใหญ่มักเป็นแอพพลิเคชั่นไว้ใช้งานของใครของมัน เช่น สคริปต์พล็อตรูป Sine

เรามาใช้ MATLAB คำนวณยากๆ กันมั้ง เช่น กาหาค่าอินเวอร์สเมตริกซ์ด้านล่างเลย

ตรงเครื่องหมายพร้อมพ์ (>>)) ป้อนคำสั่ง a = magic(7) เป็นเรียกฟังก์ชัน magic.m ที่อยู่ในไลบรารี Matrix มาสร้างเมตริกซ์ขนาด 7 x 7 (ซึ่งจะอธิบายไว้ตอน เมตริกซ์และการคำนวณ) กดปุ่ม Enter เพื่อให้ Matlab ทำงาน เมื่อขึ้นบรรทัดพร้อมพ์ใหม่ ป้อนคำสั่ง inv(a) เพื่อให้ matlab หาค่าอินเวิร์สเมตริกซ์ของ a ดังรูป



รูปที่ 2.25 ผลลัพธ์จากคำสั่งในโปรแกรม Matlab

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างด้านบนเป็นตัวอย่างการคำนวณเมตริกซ์ที่ยุ่งยากและซับซ้อนด้วยความรวดเร็วมาก ตัวอย่างด้านบนใช้เวคาหาค่าอินเวอร์สเมตริกซ์ขนาด 7 x 7 ด้วยเวลาไม่ถึงวินาที(ขึ้นอยู่กับความแรงของคอมพิวเตอร์ที่ใช้งาน) ซึ่งจุดเริ่มต้นของ Matlab ที่ย่อมาจาก Matrix Laboratory โดยคุณ Cleave Moler (Founder Matlab) ได้สร้างซอฟต์แวร์สำหรับติดต่อกับไลบรารี Linpack ซึ่งเป็นไลบรารีสำเร็จรูปสำหรับคำนวณด้านพีชคณิต และ Eispack ซึ่งเป็นไลบารีสำหรับการคำนวณด้านเมตริกซ์ โดยจัดวางตัวแปรต่างๆ ให้สามารถเก็บค่าอยู่ในรูปเมตริกซ์โดยอัตโนมัติ(หัวข้อเมตริกซ์จะอธิบายอีกที) ครั้งแรก Matlab ถูกเขียนขึ้นด้วยภาษาฟอร์แทรนเพื่อใช้ประกอบในการเรียนการสอนทางการคำนวณพีชคณิต (Linear Algrebra) ด้วยคอมพิวเตอร์

ไลบรารีฟังก์ชันของ Linpack และ Eispack (โอเพ่นซอร์ส) เป็นห้องสมุดฟังก์ชันสำเร็จรูปที่เราสามารถเรียกใช้ผ่านภาษาคอมพิวเตอร์ทั่วๆ ไป เช่น ฟังกชันหาอินเวอร์สเมตริกซ์ทุกขนาด ฟังก์ชันหาค่ารากสมการ(n-root) และฟังก์ชันมาตรฐานมากมาย สมัยก่อนนิยมเรียกใช้ไลบรารีเหล่านี้ผ่านทางภาษาซีหรือฟอร์แทรน

รูปที่ 2.26 Cleve Moler ผู้ค้นพบ Matlab

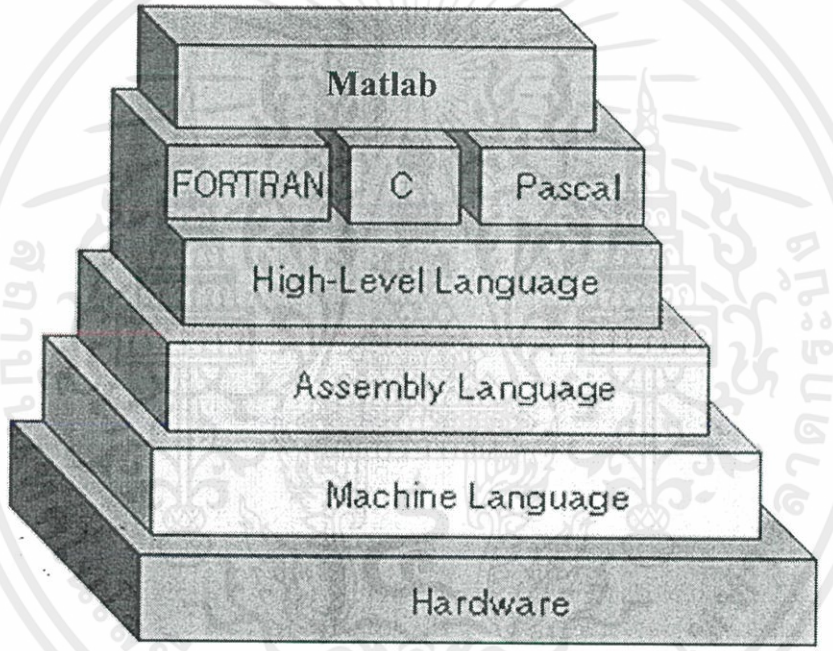
ปลายทศวรรษ 1970 คุณ Cleve Moler ได้เขียนซอร์ตแวร์ให้ง่ายต่อการเรียกใช้ไลบรารีฟังก์ชันเหล่านี้ เพื่อใช้ประกอบการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ และใน ค.ศ. 1984 Cleve Moler และลูกศิษย์ Jack Little ต่อยอดซอฟต์แวร์ Matlab ขึ้นมาเพื่อการค้า โดยตั้งชื่อบริษัทว่า Mathworks (www.mathworks.com) และ Matlab เวอร์ชันนี้ถูกเขียนขึ้นใหม่โดยใช้ภาษซีสำหรับเรียกใช้ไลบรารีฟังก์ชันขั้นสูงของตัวเอง ที่ชื่อ Lapack และ Arpack พร้อมทูลบ๊อกซ์สำเร็จรูป(ไลบรารีฟังก์ชันของ Matlab) หลายสาขาวิชา นอกจากนั้นยังตั้ง m-file เป็นนามสุกลไฟล์สำหรับภาษา Matlab โดยเฉพาะ ภายหลังก็เพิ่ม Simulink เพื่อใช้สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ บน Matlab พร้อม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บล็อกเซ็ตสำเร็จรูปมากมายขึ้น จนทำให้ Matlab สามารถตอบสนองได้ทั้งแวดวงการศึกษาและอุตสาหกรรมเกี่ยวกับการพัฒนาทางด้านเทคโนโลยี

2.7.2 ภาษาคอมพิวเตอร์ระดับสูงและส่วนประกอบต่างๆ MATLAB

ก่อนจะไปใช้งาน MATLAB เราลองมาเข้าใจคำว่าภาษาระดับสูงสำหรับเขียนโปรแกรม (High Level programming Language) ว่ามีลักษณะอย่างไร และในซอฟต์แวร์สำหรับคำนวณเชิงตัวเลขที่นิยมกัน เช่น MATLAB ,Scilab, Octave และอื่นๆ ก็เป็นภาษาระดับสูงคล้ายๆ กัน นั่นคือ เมื่อเข้าใจ Malab สามารถใช้งานของฟรีเช่น Scilab และ Octave ได้ง่าย ตอนนี้จะให้ภาพรวมภาษา Matlab ส่วนประกอบหลักของโปรแกรม และการใช้ Matlab เพื่อการคำนวณเชิงเทคนิคในงานวิจัยและการสร้างนวัตกรรม รูปด้านล่างแสดงบล็อกไดอะแกรมของภาษาระดับสูง



รูปที่ 2.27 บล็อกไดอะแกรมภาษาระดับสูงสำหรับการเขียนโปรแกรม

อธิบายโดยสรุปได้ว่า ภาษาคอมพิวเตอร์ระดับสูง เป็น ภาษาทางการโปรแกรม เช่น ซี ฟอแทรน หรือ ปาสคาล นั้นทำให้โปรแกรมเมอร์เขียนโปรแกรมที่สะดวกและไม่ป็นอิสระจากฮาร์ดแวร์ของคอมพิวเตอร์ นั่นคือ ภาษาคอมพิวเตอร์เป็นการพิจารณาเป็นระดับสูง เนื่องจากเข้าสู่ภาษามนุษย์และอนาคนจากภาษาเวอร์ชวล แตกต่างจากภาษาแอสแซมบลี้ที่เป็นภาษาระดับล่าง (Low-Level) เนื่องจากสิ่งเหล่านี้ใกล้เคียงกับภาษาเครื่องประโยชน์หลักของภาษาระดับสูงมากว่าภาษาระดับล่างคือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อ่านง่ายกว่า และน่าเชื่อถือ สุดท้ายโปรแกรมที่ถูกแปลขึ้นจากภาษาระดับสูงจะถูกแปลเป็นภาษาเครื่องโดยตัวคอมไพล์เลอร์หรืออินเตอร์พีทเตอร์

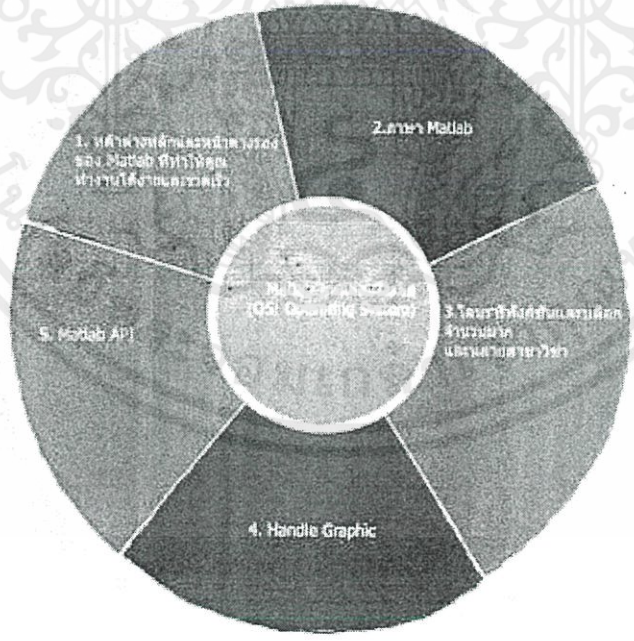
ภาษาระดับสูงได้ออกแบบในยุค 1950 ปัจจุบันภาษาระดับสูงมีมากมาย และแตกต่างกันออกไป ประกอบด้วย Ada Algol Basic Cobol c c++ fortrhan lisp pascal และ Prolog

ภาษาระดับสูงที่ออกพัฒนาออกมาเรื่อยๆ จะเพิ่มการโต้ตอบด้วยรูปภาพ การขับเคลื่อนด้วยเหตุการณ์(Even-Drive) เพื่อให้เขียนโปรแกรมที่ตอบสนองผู้ใช้ได้อย่างสวยงาม มีประสิทธิภาพ และรวดเร็ว

สิ่งที่ควรจำไว้คือ Matlab เป็นภาษาใกล้เคียงภาษามนุษย์ ดังนั้น คำสั่งต่างๆ ก็ใกล้เคียงกับภาษาอื่นมาก เช่น ภาษาซี ทำให้คุณสามารถศึกษาการเขียนโปรแกรมได้ง่าย ชื่อฟังก์ชันสื่อความหมายชัดเจน ยิ่งมีพื้นฐานการเขียนโปรแกรมแล้วมาเขียนแอพพลิเคชั่นบน Matlab ยิ่งง่ายไปอีก

2.7.2.1 ส่วนประกอบสำคัญของ MATLAB

Matlab ได้ออกแบบมาเพื่อสนับสนุนการทำงานของผู้ใช้อยู่ 5 ส่วน เพื่อช่วยในการวิเคราะห์ข้อมูล แสดงผลข้อมูล เชื่อมต่อกับสิ่งต่างๆ ภายนอกได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพสูงสุดดังรูป



รูปที่ 2.28 ส่วนประกอบภายในของ Matlab

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. หน้าต่างหลักและหน้าต่างรองของ Matlab หรือที่เรียกกันว่า Matlab Desktop Environment ช่วยให้ผู้ใช้ทำงานได้ง่ายและรวดเร็วมากยิ่งขึ้น ในส่วนนี้ประกอบด้วยชุดเครื่องมือที่ช่วยให้เราสามารถใช้ฟังก์ชันก์และไฟล์ต่างๆ ด้วยเครื่องมือแบบรูปภาพ (GUI) ประกอบด้วยหน้าต่างย่อย Current Folder, Command Windows, Command History และ Workspace

2. ภาษา Matlab ใช้สำหรับเขียนแอพพลิเคชั่นหรือฟังก์ชันของคุณเอง ไว้ใช้งานโดยเฉพาะ Matlab เวอร์ชัน 2013a มีแอพพลิชั่นให้ดาวโหลดเพิ่มเติมได้ฟรีบนเว็บไซต์ www.mathworks.com โดยใช้ Matlab Editor เขียนในรูปฟังก์ชัน m-file พร้อมเครื่องมือตรวจสอบบัคในโปรแกรม

3. ไลบรารีฟังก์ชันและบล็อกไดอะแกรมจำนวนมากและครอบคลุมหลายสาขาวิชา ส่วนนี้จะรวบรวมฟังก์ชัน m-file หรือ mdl ของ Simulink เป็นไฟล์ย่อยๆ ไว้ โดยแต่ละไฟล์จะเป็นไฟล์ที่สร้างขึ้นมาเพื่อใช้กำหนดลักษณะในการคำนวณ เราเรียกว่า อัลกอลิทึ่ม(Algorithms) แบบต่างๆ เริ่มจากฟังก์ชันง่ายๆ เช่นการบวก ฟังก์ชันตรีโกณมิติพื้นฐาน เช่น sine, cos, tan ไปจนถึงฟังก์ชันที่มีความซับซ้อนมีขั้นตอนในการคำนวณมากๆ เช่นการหาอินเวิร์สของเมตริกซ์ การหาค่าสมการเชิงซ้อน หรือการหารูทโลคัส เป็นต้น

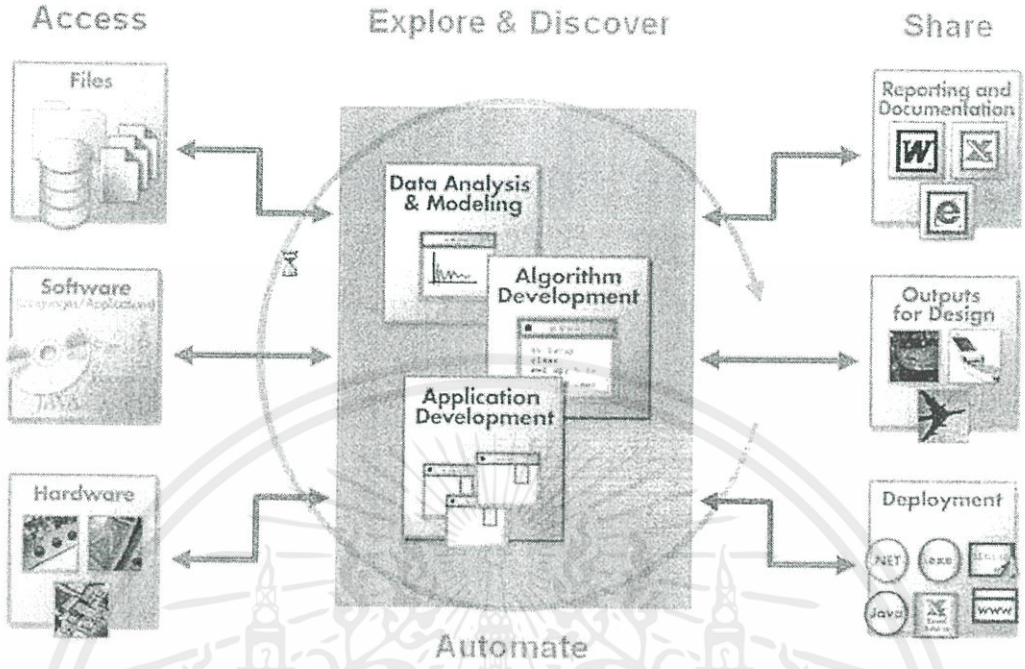
ส่วนนี้ประกอบด้วยฟังก์ชันพื้นฐาน เช่น บวล ลบ คูณ หาร sine, cost, log, x^2 และฟังก์ชันเฉพาะสาขาวิชา ซึ่งเราเรียกว่าทูลบ็อกซ์ (Toolbox) เช่น Control System, Bioinformatic ,Signal Processing, Fuzzy Logic , Aerospace, Image Processing, Econometrics และอื่นๆ

4. Handle Graphics เป็นไลบรารีฟังก์ชันใน Matlab สำหรับแสดงผลข้อมูล เป็นกราฟฟิก รูปภาพ เสียง วิดีโอ พร้อมด้วย ไลบรารี Guide เป็นเครื่องมือสำหรับสร้างแอพพลิเคชั่นแบบ GUI (Griphic User Interface) โดยเลียนแบบการเขียนโปรแกรมจาก Visual Basic ดังนั้นทำให้คุณสามารถนำอัลกอไปพัฒนาแอพพลิเคชั่นบน Matlab เพื่อใช้งานเองหรือแจกจ่ายได้อย่างรวดเร็ว

5. Matlab API (API: Application Program Interface) เป็นส่วนติดต่อกับภาษาคอมพิวเตอร์อื่นๆ โปรแกรมภายนอก นามสกุลไฟล์ต่างๆ และสามารถพัฒนาให้เชื่อมต่อกับฮาร์ดแวร์ได้ง่าย

โปรแกรม Matlab ได้สร้างทูลบ็อกซ์และบล็อกเซ็ตขึ้นมามากมาย สำหรับการคำนวณเชิงเทคนิค (Technical Computing) โดยต่อยอดมาจาก Numerical Computing เพื่อให้ง่ายต่องานวิจัยและการสร้างนวัตกรรม เพราะวิศวกรไม่ใช่โปรแกรมเมอร์ Matlab จึงย่นเวลาสร้างงานวิจัยหรือผลิตภัณฑ์เป็นเครื่องมือวันสต๊อปเซอร์วิซ นั่นคือ Matlab มีไลบราลีตั้งแต่การออกแบบอัลกอลิทึ่มจนถึงไลบรารีสำหรับสร้างผลิตภัณฑ์ ดังรูปด้านล่าง

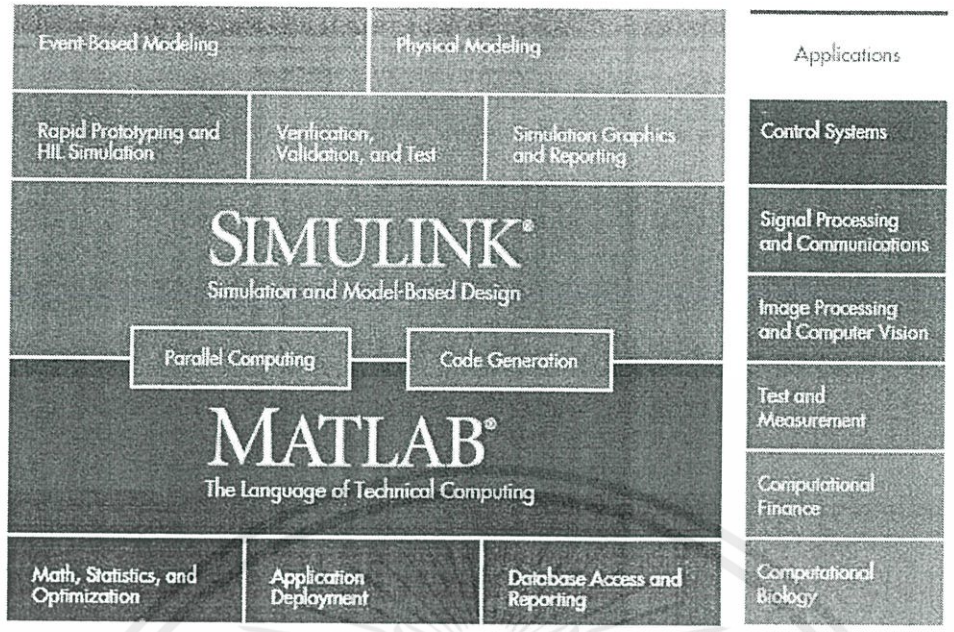
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.29 การคำนวณเชิงเทคนิคด้วย Matlab

รูปด้านบนเป็นกระบวนการสร้างงานวิจัยหรือนวัตกรรมด้วย Matlab ที่มาพร้อมทูลบ็อกซ์สนับสนุนมากมาย และ Matlab สามารถแยกหมวดหมู่ทูลบ็อกซ์ตามลักษณะการใช้งานเพื่อการคำนวณเชิงเทคนิค ดังรูปด้านล่าง

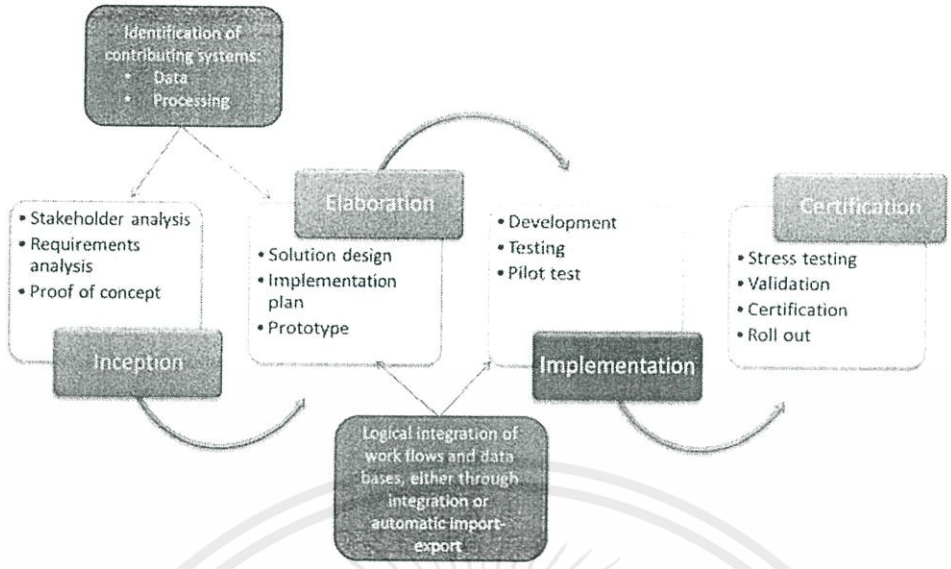
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.30 หมวดหมู่ทูลบ็อกซ์ของโปรแกรม Matlab

คำว่า The Language of Technical Computing ก็คือภาษาคอมพิวเตอร์ที่มีฟังก์ชันและบล็อกเซ็ตให้มากมายหลายสาขาวิชาทางวิศวกรรม สำหรับงานวิจัยและการสร้างสินค้าต้นแบบ ที่ต้องการทดลองค่าตัวแปรต่างๆ ซ้ำกันหลายรอบ เราสามารถเปรียบเทียบกับกระบวนการพัฒนางานโปรแกรมคอมพิวเตอร์และงานด้านวิศวกรรมดังรูปด้านล่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.31 เปรียบเทียบกับกระบวนการพัฒนางานโปรแกรมคอมพิวเตอร์และงานด้านวิศวกรรม

สรุปแล้ว Matlab เป็นภาษาระดับสูง สนับสนุนตั้งแต่การออกแบบไอเดีย(อัลกอลิทึ่ม) วิเคราห์และตรวจสอบอัลกอลิทึ่มได้อย่างหลากหลายและรวดเร็วจากทูลบ็อกซ์สนับสนุนมากมายแล้ว Matlab ยังสามารถแปลงเป็นภาษาอื่นๆ หรือภาษาเครื่องของอุปกรณ์ได้ทันที

กล่าวอีกอย่างได้ว่า นอกจากการคำนวณทางคณิตศาสตร์แล้ว Matlab ยังใช้ในงานวิจัยและการสร้างนวัตกรรมได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพ สอดคล้องกับคำกล่าว วิศวกรไม่ใช่โปรแกรมเมอร์ จึงต้องมีทูลบ็อกซ์สนับสนุนมากมาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 การออกแบบและทดลองในส่วนไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller)

ไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller) ที่ใช้ในการทำงาน คือ Arduino Uno โดยผู้ทำวิจัยได้เริ่มต้นโดยการทดสอบค่าของเซนเซอร์ (Sensor) ที่นำมาใช้ร่วมกับ Arduino ซึ่งเซนเซอร์ที่นำมาใช้คือ Pulse Sensor เพื่อให้ได้ค่า Heart Rate (BPM) ที่ถูกต้องหรือใกล้เคียงค่าจริงมากที่สุด ผู้ทำวิจัยจึงนำไปเปรียบเทียบกับเครื่อง Patient Monitor และเขียนโปรแกรม Arduino เพื่อแสดงค่า

3.1.1 วิธีที่ใช้ศึกษาค้นคว้าและวิจัยการทดลอง

จากการวิเคราะห์ข้อมูลของผู้ทำวิจัย พบว่าค่าของเซนเซอร์ที่ถูกต้องสามารถใช้ค่าจากเครื่อง Patient Monitor เป็นมาตารฐานการวิจัยได้ เนื่องจากเครื่องมือแพทย์ต้องมีการบอกค่าที่แม่นยำและถูกต้อง ผู้ทำวิจัยจึงนำค่าที่ได้จากอุปกรณ์ของผู้ทำวิจัยเองมาเปรียบเทียบกับเครื่อง Patient Monitor เพื่อทดสอบหาค่าที่ถูกต้อง

3.1.2 เครื่องมือและวิธีการทดลอง

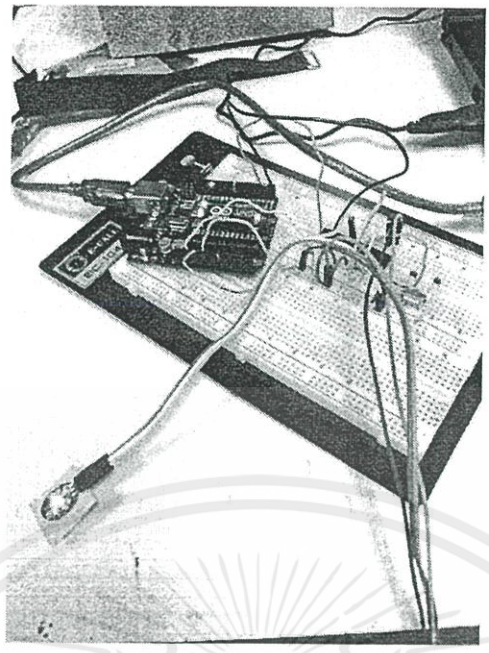
จากหัวข้อก่อนหน้า ทำให้เราทราบถึงข้อมูลที่ต้องการ ในหัวข้อนี้เราจึงจำเป็นที่จะต้องสร้างอุปกรณ์ต้นแบบมาใช้ในการเก็บข้อมูลและทำการทดลอง

3.1.2.1 เครื่องมือ

1. Arduino Uno 1 ตัว
2. Pulse Sensor 1 ตัว
3. Patient Monitor

นำ Pulse Sensor มาต่อเข้ากับ Arduino เพื่อสร้างอุปกรณ์ต้นแบบที่ใช้ในการทดลองโดยนำผลที่ได้จากการทดลองมาเปรียบเทียบค่า Heart Rate (BPM) กับ Patient Monitor

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

3.1.2.2 วิธีการทดลอง

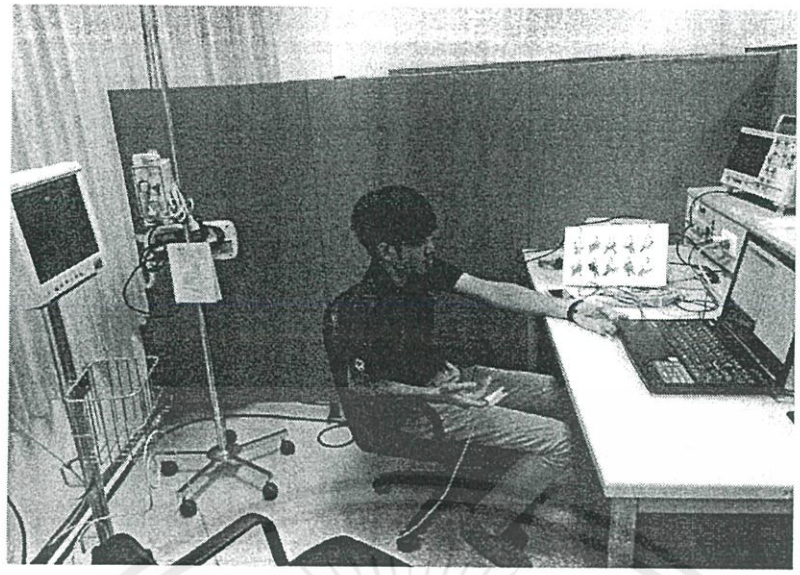
ในการทดลองโดยใช้ Pulse Sensor ผู้ทำวิจัยได้ทำการต่อเซนเซอร์นี้เข้ากับ Arduino และเขียนโปรแกรม Arduino ให้แสดงค่า Heart Rate (BPM) แล้วนำค่า Heart rate (BPM) ที่ได้ไปเปรียบเทียบกับเครื่อง Patient Monitor โดยมีขั้นตอนดังนี้

1. ติด Pulse Sensor จากอุปกรณ์ที่สร้างขึ้นและจากเครื่อง Patient Monitor กับผู้ถูกทดลอง

2. ผู้ร่วมทดลองจะนั่งอยู่เฉยๆ เพื่อสังเกตค่า Heart Rate ขณะนั่งพักอยู่

3. ในระหว่างการทดลอง จะทำการดูค่า Heart Rate จากตัวอุปกรณ์ที่สร้างขึ้นและจากเครื่อง Patient Monitor ว่าใกล้เคียงกันหรือไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

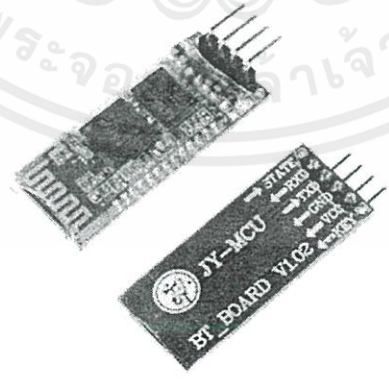


รูปที่ 3.2 การทดลองเพื่อเปรียบค่า BPM จากอุปกรณ์ที่สร้างขึ้นกับ Patient Monitor

3.2 การออกแบบโปรแกรม MATLAB เพื่อวิเคราะห์ผล

3.2.1 การส่งข้อมูล Heart rate โดยใช้ Blutooth Module

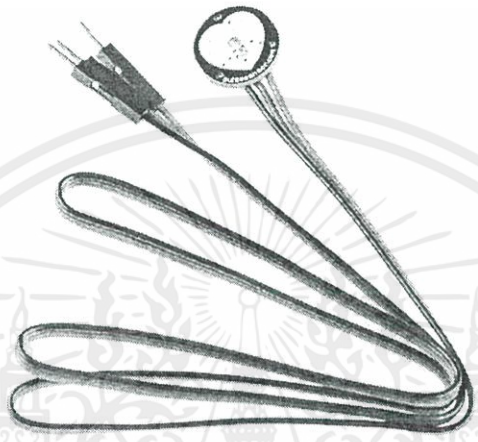
ในการออกแบบโปรแกรม Matlab ให้สามารถรับข้อมูลผ่าน Bluetooth นั้น เราจะทำการออกแบบให้ Arduino สามารถส่งข้อมูลจาก Arduino ผ่าน Bluetooth module HC-06 มายังโปรแกรม Matlab โดยเขียนโปรแกรม Arduino ให้ส่งข้อมูลได้



รูปที่ 3.3 Bluetooth module HC-06

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลที่ใช้ในการส่งข้อมูลไปยังโปรแกรม Matlab คือค่า Heart rate (BPM) ซึ่งค่าดังกล่าวนี้จะวัดจากผู้ถูกทดลองผ่าน Pulse sensor และต่อวงจรต้นแบบที่ประกอบไปด้วย Pulse sensor , Microcontroller โดยเครื่องมือจะทำหน้าที่ วัดอัตราการเต้นของหัวใจ ผ่านการไหลของเส้นเลือดที่ข้อมือ ซึ่งมีความสัมพันธ์กับอัตราการเต้นของหัวใจ



รูปที่ 3.4 อุปกรณ์ Pulse sensor

ค่า Pulse sensor ที่ได้จากการทดลองจะถูกส่งไปที่โปรแกรม Matlab เพื่อแสดงค่าและวิเคราะห์ผล หลังจากนั้นค่า Heart rate (BPM) จะถูกนำไปใช้ในการคำนวณค่าแคลอรี่ต่อไป

3.2.2 การสร้างโปรแกรม MATLAB เพื่อคำนวณ Calories และ BMR

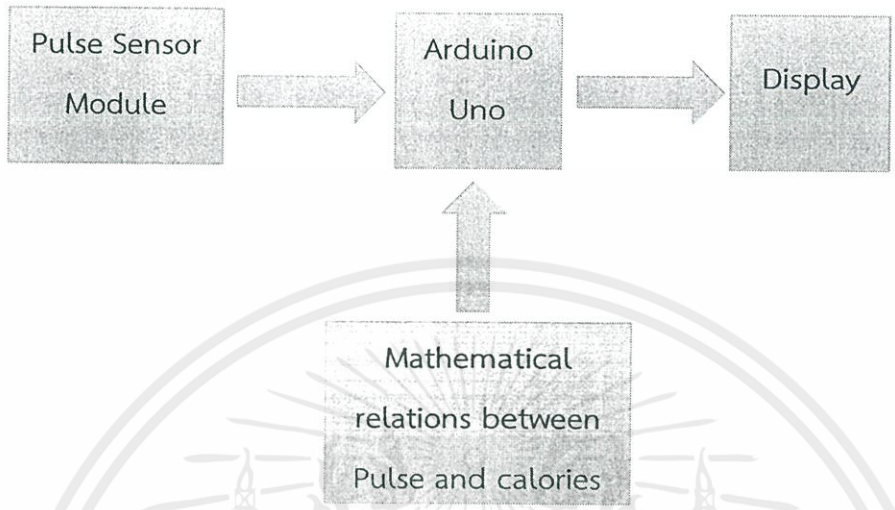
ก่อนที่จะทำการเขียนโปรแกรม Matlab เพื่อคำนวณ Calories ผู้ทำวิจัยได้ทำการศึกษาสมการในการคำนวณ Calories เพื่อให้ได้ค่าที่ถูกต้องและแม่นยำ ซึ่งสมการที่ได้จะแบ่งออกเป็นเพศชายและเพศหญิงดังต่อไปนี้

เพศชาย : Calorie Burned = [(อายุ (ปี) x 0.2017) + (น้ำหนักตัวกิโลกรัม x 0.1988)+ (BPM x 0.6309) - 55.0969] x (1/3600) / 4.184

เพศหญิง : Calorie Burned = [(อายุ (ปี) x 0.074) + (น้ำหนักตัวกิโลกรัม x 0.1263) + (BPM x 0.4472) - 20.4022] x (1 /3600)/ 4.184

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลังจากได้สมการที่สามารถคำนวณ Calories มาแล้ว ผู้ทำวิจัยจึงทำการเขียนโปรแกรม Matlab และสามารถเขียน Block Diagram ของอุปกรณ์ได้ดังนี้



รูปที่ 3.5 block diagram ของอุปกรณ์วัดแคลอรี่

ค่า BMR มาจากคำว่า Basal Metabolic Rate เป็นสูตรของ Harris Benedict Formula เป็นค่าที่ใช้ใน การคำนวณการเผาผลาญพลังงาน ที่ร่างกายต้องการต่อวัน หรือจะให้เข้าใจง่ายๆ ก็คือ ค่าพลังงานต่ำสุด ที่ร่างกายของเราต้องการต่อวัน ในภาวะปกตินั่นเอง โดยค่านี้ จะมีการแปลผันเช่นเดียวกัน กับสูตรการคำนวณอย่างอื่น คือ อายุ เพศ ส่วนสูง และน้ำหนัก

สูตรการคำนวณค่า BMR จะมีดังนี้

BMR ของผู้ชาย :

ค่าพลังงานที่เผาผลาญต่อวัน = 66 + { [(13.7 x น้ำหนักตัวกิโลกรัม) + (5 x ส่วนสูงเซนติเมตร)] – (6.8 x อายุ) }

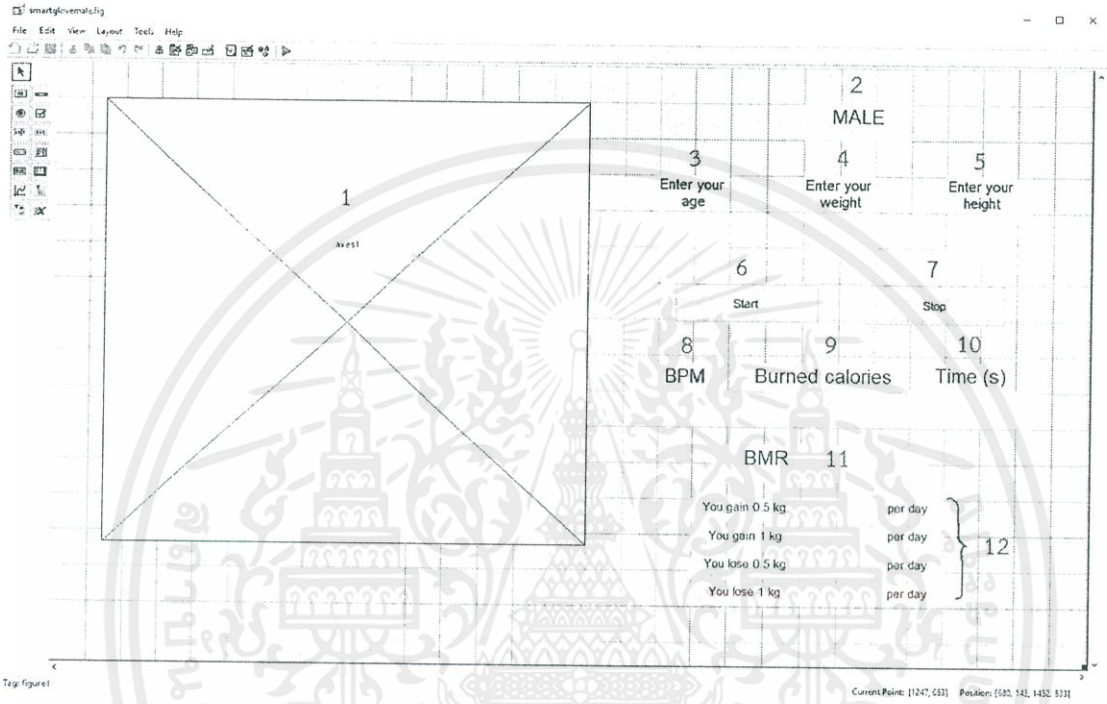
BMR ของผู้หญิง :

ค่าพลังงานที่เผาผลาญต่อวัน = 665 + { [(9.6 x น้ำหนักตัวกิโลกรัม) + (1.8 x ส่วนสูงเซนติเมตร)] – (4.7 x อายุ) }

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2.1 การสร้าง GUI (Graphic User Interface) ในโปรแกรม MATLAB

หลังจากได้สมการในการคำนวณแคลอรี่แล้ว ขั้นต่อมาเป็นการสร้าง GUI ในโปรแกรม Matlab เพื่อสร้าง Interface ให้ใช้งานได้อย่างง่ายดาย ซึ่งจะทำการเขียนโปรแกรมทั้งเพศชายและเพศหญิงให้ผู้ใช้งานได้เลือกใช้ โดยหน้าต่างของโปรแกรมที่ได้รับการออกแบบมีดังนี้



รูปที่ 3.6 GUI ของโปรแกรม

จากรูปที่ 3.6 สามารถอธิบายปุ่มต่างๆ ตามตัวเลขได้ดังต่อไปนี้

1. แสดงกราฟ pulse rate ที่ส่งมาจาก Arduino
2. แสดงเพศของผู้ใช้งาน (เลือกโปรแกรมตามเพศของผู้ใช้งาน)
3. ระบุอายุของผู้ใช้งาน
4. ระบุค่าน้ำหนักของผู้ใช้งานในหน่วยเป็นกิโลกรัม
5. ระบุค่าส่วนสูงของผู้ใช้งานในหน่วยเซนติเมตร
6. ปุ่มเริ่มต้นการทำงานของอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. ปุ่มหยุดการทำงานของอุปกรณ์

8. แสดงค่า Heart rate ที่ส่งมาจาก Arduino

9. แสดงค่าแคลอรี่ที่ถูกเผาผลาญไปของผู้ใช้งาน

10. แสดงค่าเวลาที่ถูกใช้ไปของอุปกรณ์ในหน่วยวินาที

11. แสดงค่า BMR ของผู้ใช้งาน

12. แสดงค่า BMR ต่างๆ ที่จำเป็นในแต่ละวัน

3.2.2.2 อัลกอริทึมและการเขียนโปรแกรม MATLAB

หลังจากสร้าง GUI แล้ว เราจะได้ปุ่มต่าง ๆ เพื่อทำการเขียนอัลกอริทึมไปใส่ในปุ่มต่าง ๆ เพื่อให้ใช้งานได้อย่างถูกต้อง โดยมีอัลกอรึทึมของโปรแกรมดังนี้

1. รับค่าเพศ, น้ำหนัก และอายุ ของผู้ใช้มาเก็บไว้ในแต่ละตัวแปรหนึ่ง

2. เริ่มต้นโปรแกรมด้วยกดปุ่ม Start

3. มีการรับค่า Heart Rate แบบ real time จาก Arduino มาเก็บไว้ในตัวแปรหนึ่ง

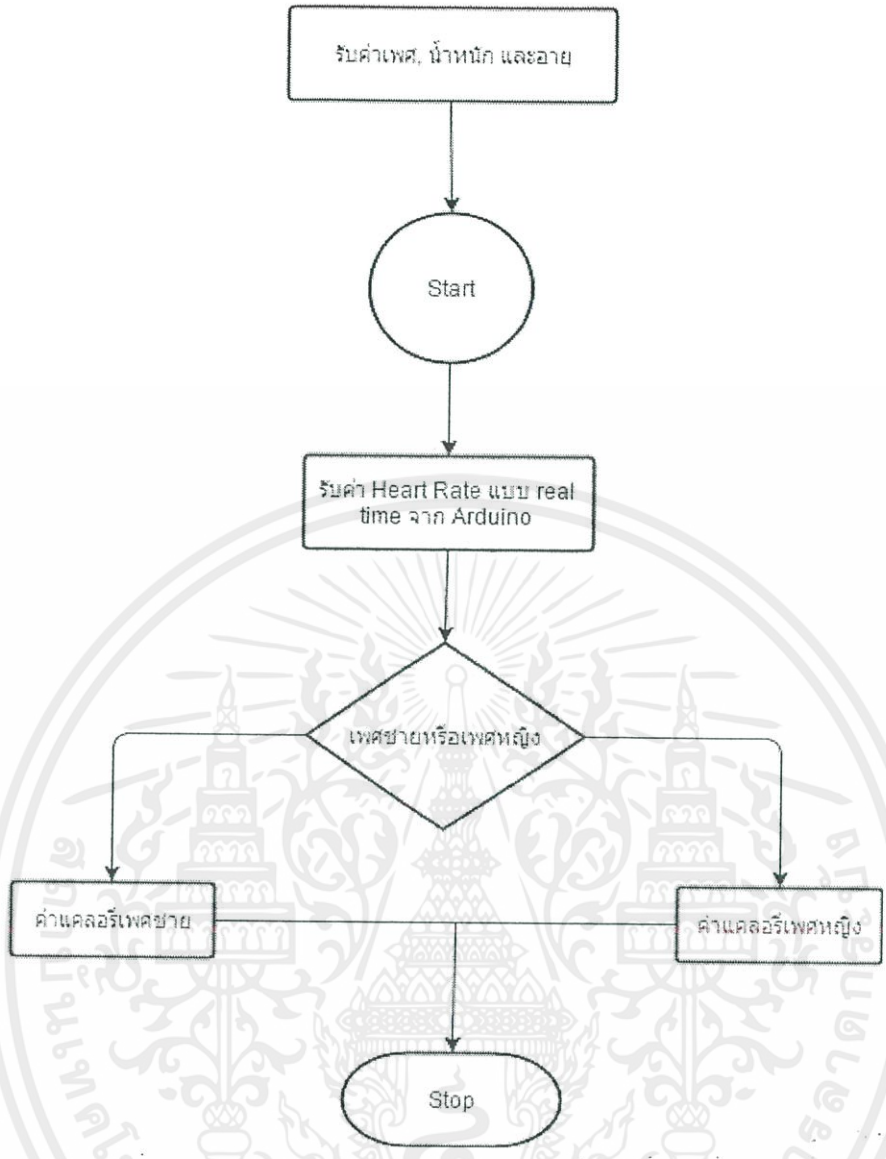
4. ตรวจสอบ case ถ้าเป็นผู้ชายเข้า case 1 ถ้าเป็นผู้หญิงเข้า case 2

5. แสดงค่า Heart Rate (BPM), เวลา และค่าแคลอรี่แบบ real time

6. กดปุ่ม Stop เพื่อหยุดการทำงาน

เราจะใส่สมการการคำนวณแคลอรี่ในปุ่ม Start ซึ่งเป็นปุ่มที่เริ่มกระบวนการประมวลผลทั้งหมดของโปรแกรมโดยมีการรับค่าจากแป้นพิมพ์ที่กรอกค่าของผู้ใช้งานและค่าจาก Arduino แสดงการเขียน Flow chart ของโปรแกรมได้ดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.7 Flow chart ของโปรแกรม

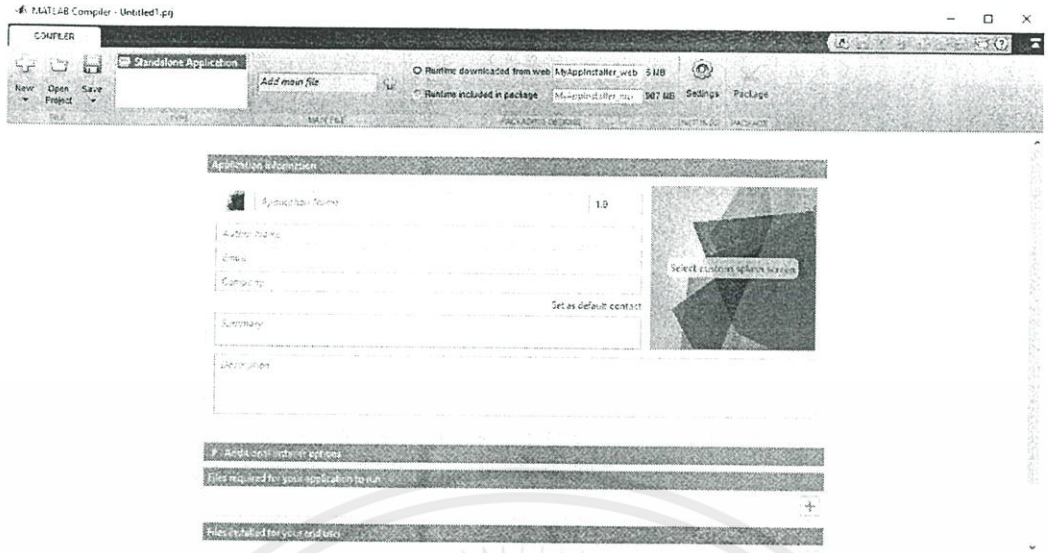
3.2.2.3 การทำโปรแกรมเป็นแบบ standalone

หลังจากสร้าง GUI จากโปรแกรม Matlab แล้ว เราจะสร้างโปรแกรมที่สามารถเปิดได้ทันที เหมือนโปรแกรมอื่นๆ ทั่วไปบนคอมพิวเตอร์ โดยมีนามสกุลของไฟล์เป็น .exe มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ไปที่แถบ APPS แล้วเลือก Application Compiler

2. จะมีหน้าต่าง MATLAB Compiler ปรากฏขึ้น

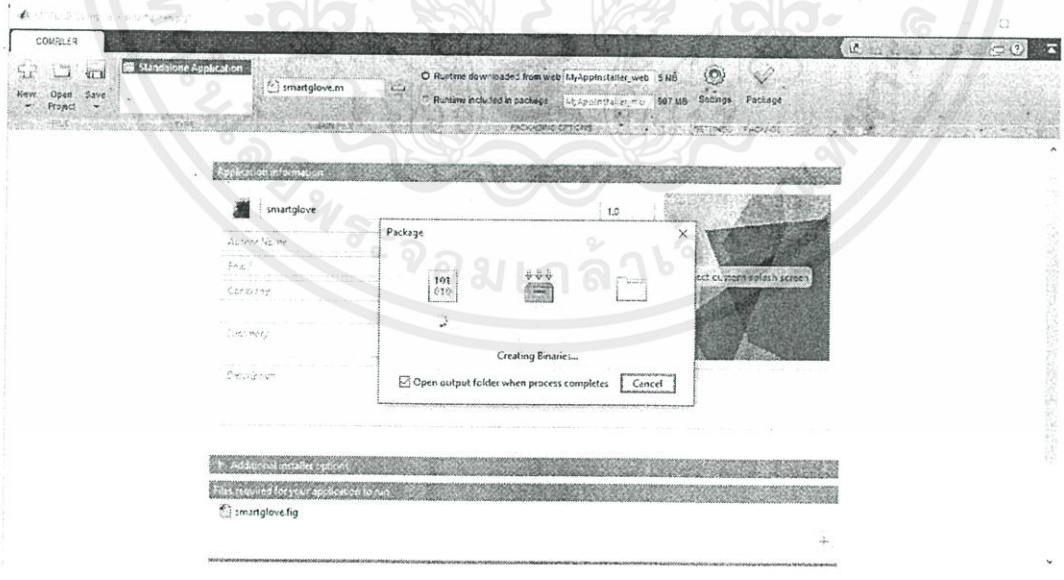
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.8 หน้าต่าง MATLAB Compiler

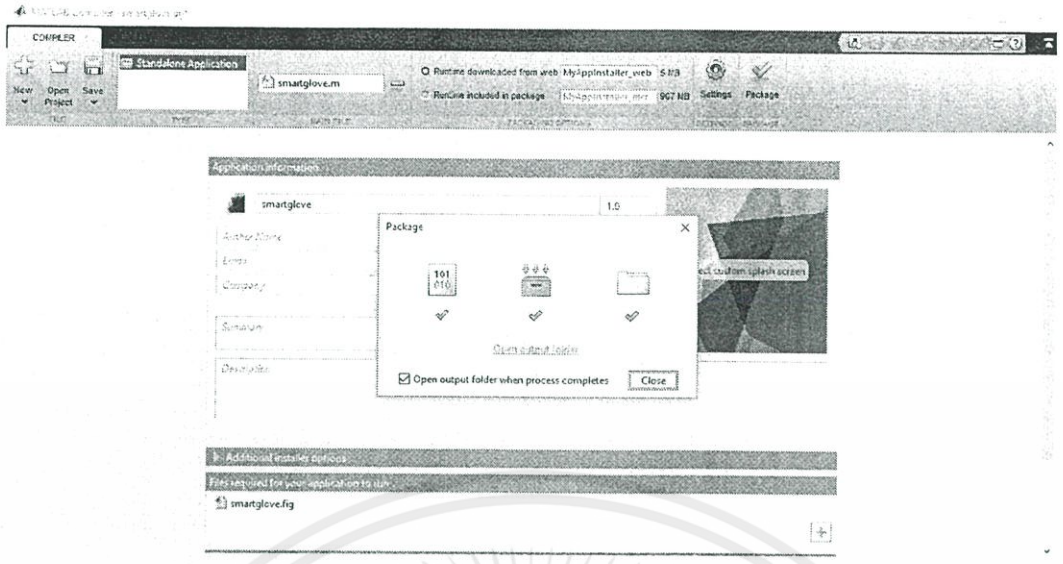
3. กดเครื่องหมายบวกแล้วเลือกไฟล์งานนามสกุล .m แล้วใส่รายละเอียดต่างๆ ตามต้องการ

4. กดเครื่องหมายถูกสีเขียวแล้วรอจนกว่าโปรแกรมจะดำเนินกระบวนการจนเสร็จ



รูปที่ 3.9 หน้าต่าง MATLAB Compiler ระหว่างสร้างโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.10 หน้าต่าง MATLAB Compiler เมื่อกระบวนการสร้างโปรแกรมสำเร็จ

3.3 การออกแบบและทดลองในส่วนอุปกรณ์ต้นแบบ

ในการออกแบบการทดลองในหัวข้อนี้จะเป็นการทำการทดลองเพื่อดูความผิดพลาดของโปรแกรมทั้งใน Arduino และ Matlab เพื่อให้ง่ายต่อการแก้ไข เนื่องจากผู้ทำวิจัยสามารถแก้ไขโค้ดได้อย่างง่ายในอุปกรณ์ต้นแบบ เพราะมีขั้นตอนที่ง่ายกว่าในการอัพโหลดโค้ดของโปรแกรม Arduino รวมถึงการทดลองนี้ยังเป็นการเช็คความผิดพลาดในการต่อวงจรอีกด้วย ซึ่งถ้ามีส่วนที่ผิดพลาดผู้ทำวิจัยจะได้สามารถแก้ไขได้อย่างง่ายดาย

3.3.1 วิธีที่ใช้ศึกษาค้นคว้าและวิจัยการทดลอง

หลังจากที่เราสร้างโปรแกรมสำหรับนำมาใช้กับตัวอุปกรณ์แล้ว เราจะทำการสร้างอุปกรณ์ต้นแบบขึ้นมาก่อนเพื่อใช้ในการทดสอบหรือตรวจดูความผิดพลาดของโปรแกรมและวงจรของ Arduino ที่สร้างขึ้น

3.3.2 เครื่องมือและวิธีการทดลอง

เราจะทำการสร้างวงจร Arduino ขึ้นมาเองเพื่อให้มีขนาดเล็กลงและยังมีราคาถูกอีกด้วย โดยมีวงจรที่เหมือนกับ Arduino Uno ทุกอย่าง หลังจากนั้นนำวงจร Arduino ที่สร้างขึ้นนี้ไปติดบนถุงมือออกกำลังกาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2.1 เครื่องมือ

ทำการต่อวงจร Arduino ตามรูปที่ 3.11 โดยใช้อุปกรณ์ดังต่อไปนี้

1. IC Arduino Atmega328 (ใช้ IC ที่ถอดจาก Arduino เลย)

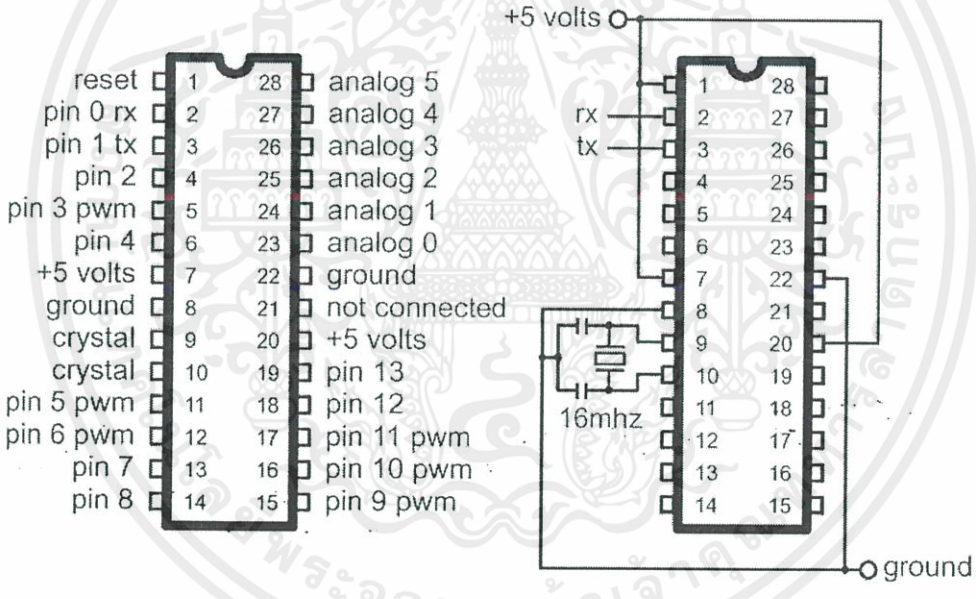
2. Crystal 16 Mhz 1 ตัว

3. ตัวเก็บประจุ 22pf 2 ตัว

4. Pulse Sensor 1 ตัว

5. ถ่านขนาด 9 V

6. สวิทช์



รูปที่ 3.11 การต่อวงจร Arduino ด้วยตัวเอง

3.3.2.2 วิธีการทดลอง

เมื่อได้วงจร Arduino ที่พร้อมใช้งานแล้วเราจะทำการอัพโหลดโค้ดของ Arduino ลงในวงจรใหม่ที่สร้างขึ้นนี้ โดยมีวิธีการดังนี้

1. นำ IC Arduino Atmega328 มาเสียบแทนบนบอร์ด Arduino Uno

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. เลือกบอร์ด Arduino Duemilanove or Diecimila

3. อัพโหลดโปรแกรมลงไป

4. เมื่อได้ IC Arduino ที่ลงโปรแกรมตามที่ต้องการแล้วให้ถอด IC ออกมาแล้วต่อวงจรกกลับแบบเดิมตามรูปที่ 3.11

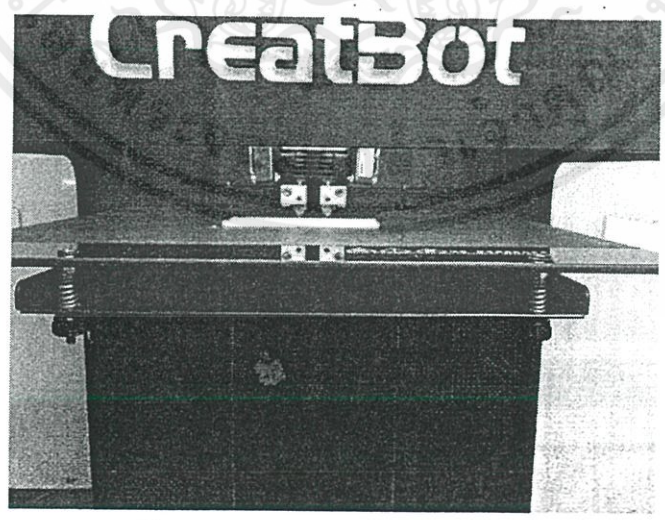
5. นำวงจร Arduino ใหม่ที่ติดตั้ง Pulse Sensor, Bluetooth HC-06 และสวิทช์แล้ว โดยใช้ถ่านขนาด 9 V เป็นตัวจ่ายไฟ ไปติดบนถุงมือออกกำลังกายเพื่อใช้เป็นอุปกรณ์ต้นแบบในการทดสอบการทำงานของโปรแกรมและความผิดพลาดของวงจรโดยมี Bluetooth HC-06 เป็นตัวส่งข้อมูล

3.4 การออกแบบและทดลองในส่วนอุปกรณ์จริง

ในหัวข้อที่แล้วเราได้ทำการสร้างอุปกรณ์ต้นแบบเพื่อทดสอบความผิดพลาดทั้งในโปรแกรมและในวงจรแล้ว เราก็จะมาสร้างอุปกรณ์จริงเพื่อใช้ในงานวิจัย แล้วทดลองเก็บผลค่าแคลอรี่ของผู้ใช้งานแต่ละคน

3.4.1 วิธีที่ใช้ศึกษาค้นคว้าและวิจัยการทดลอง

เริ่มต้นจากการสร้างวงจรโดยผู้ทำวิจัยได้ทำการกัดปรินต์วงจร Arduino ขึ้นมาเพื่อให้มีขนาดเล็ก คงทน และเหมาะกับการใช้งาน หลังจากนั้นเราจะสร้างกล่องใส่วงจรดังกล่าวขึ้นมาโดยใช้เครื่องพิมพ์ 3 มิติ ซึ่งออกแบบชิ้นงานโดยใช้โปรแกรม Autodesk Inventor

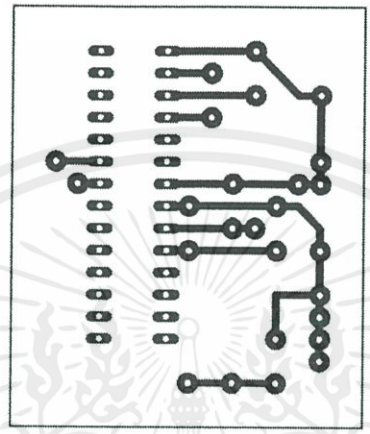


รูปที่ 3.12 เครื่องพิมพ์ 3 มิติ

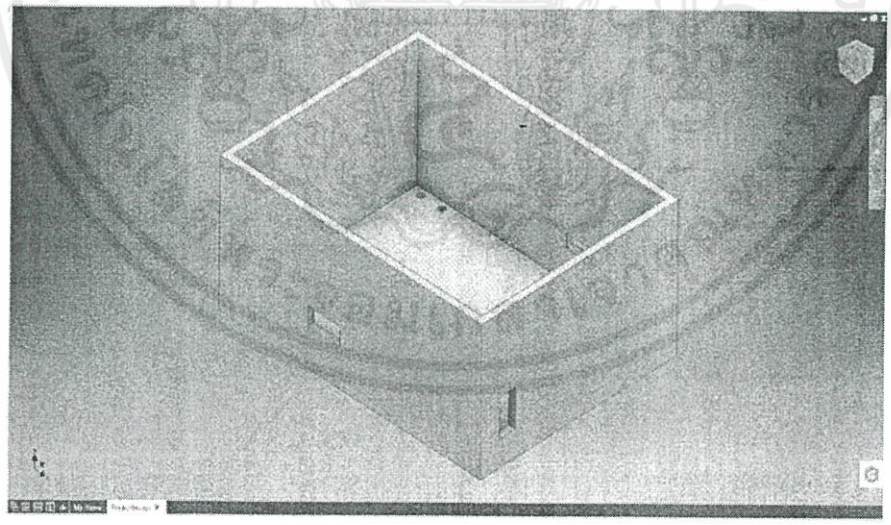
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.2 เครื่องมือและวิธีการทดลอง

เราทำการสร้างบอร์ดวงจร Arduino ขึ้นมาดังรูปที่ 3.14 หลังจากนั้นเราได้ออกแบบกล่องใส่วงจรดังกล่าวขึ้นจากโปรแกรม Autodesk Inventor ซึ่งเราจะได้ชิ้นงานที่ออกแบบตามรูปที่ 3.15 และ 3.16

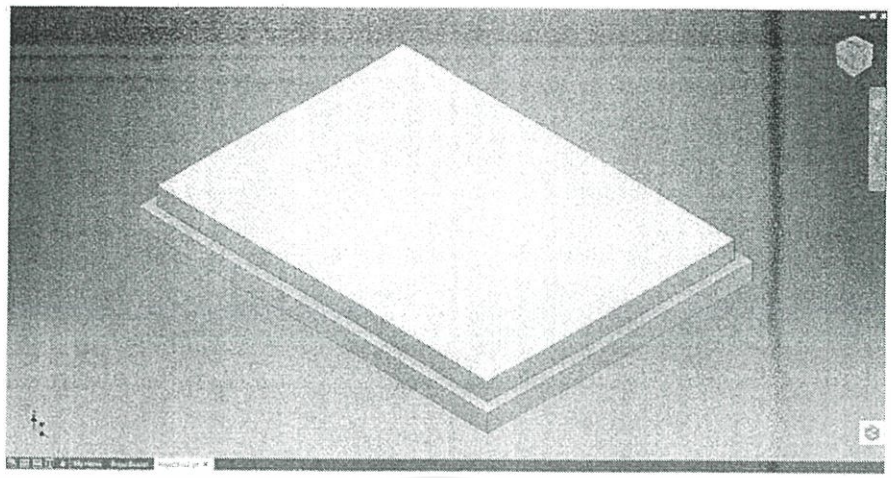


รูปที่ 3.13 วงจรบอร์ด Arduino



รูปที่ 3.14 ส่วนกล่องของชิ้นงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.15 ส่วนฝาของชิ้นงาน

3.4.2.1 เครื่องมือ

เครื่องมือที่ใช้ในการสร้างอุปกรณ์จริง ประกอบด้วยเครื่องมือดังต่อไปนี้

1. ถุงมือออกกำลังกาย

2. กล่องใส่ชิ้นงาน

3. บอร์ดวงจร Arduino

3.4.2.2 วิธีการทดลอง

เมื่ออุปกรณ์ทุกอย่างพร้อมใช้งานแล้ว เราก็ทำการนำอุปกรณ์มาประกอบเข้าด้วยกันพร้อมทั้งทดสอบการเชื่อมต่อโดย Bluetooth และใช้โปรแกรมในการคำนวณแคลอรี่ มีขั้นตอนดังนี้

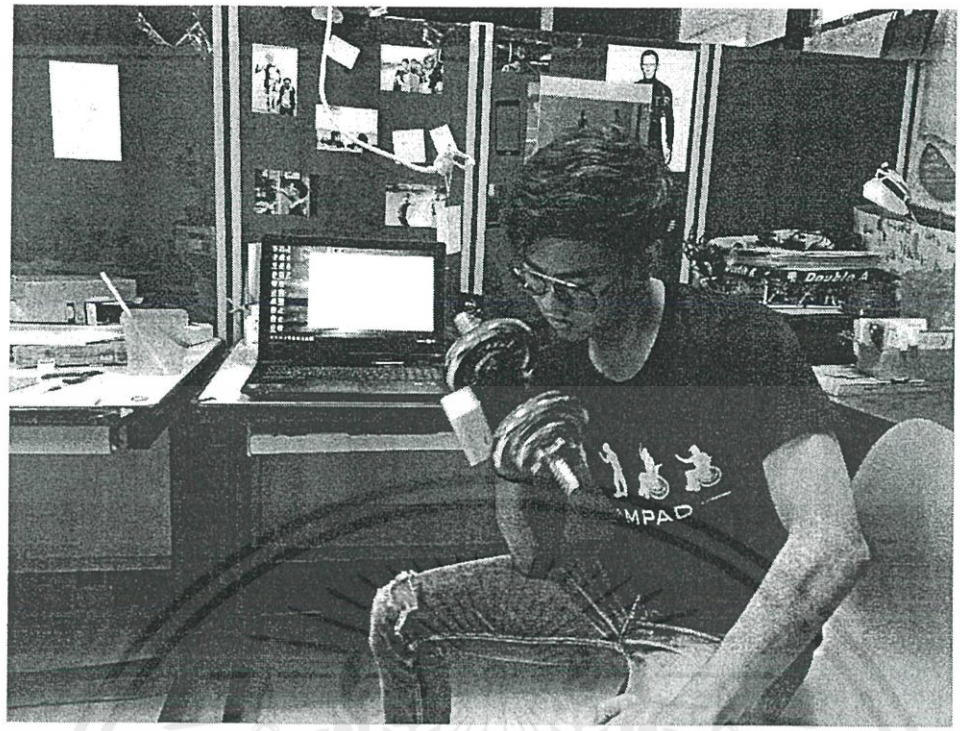
1. ติดตั้งบอร์ดวงจร Arduino ที่ติดตั้ง Pulse rate และ Bluetooth HC-06 เรียบร้อยแล้ว ลงในกล่องชิ้นงาน

2. ประกอบถุงมือกับกล่องวงจร Arduino โดยผู้ทำวิจัยได้ใช้วิธีการเย็บติดกัน

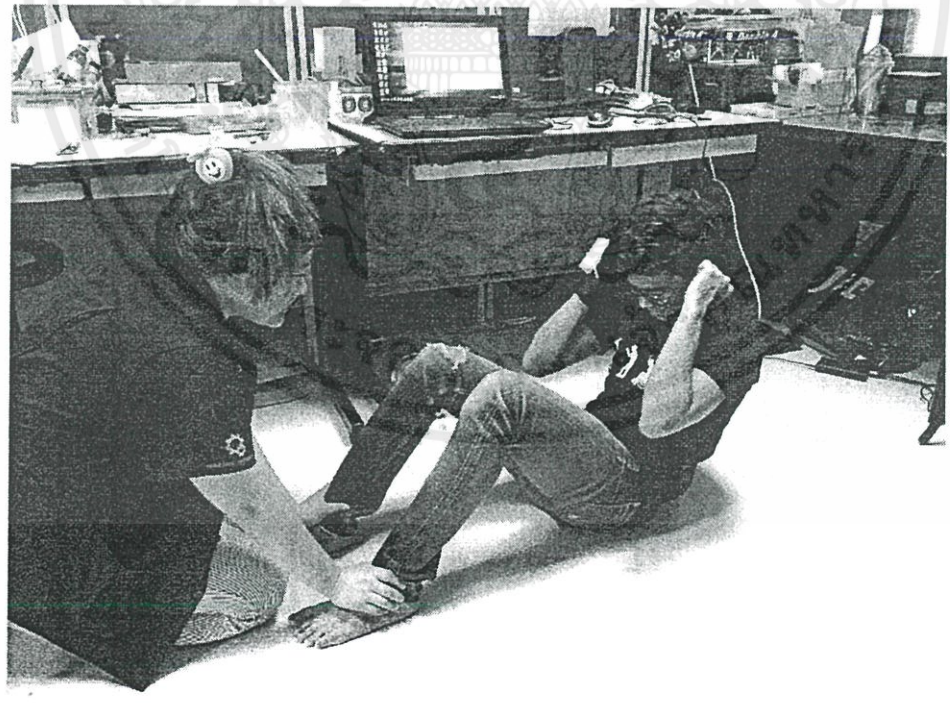
3. หลังจากได้อุปกรณ์จริงที่พร้อมใช้งานแล้ว จึงลองเปิดสวิทช์เพื่อทดสอบการใช้งาน

4. ทดลองเก็บผลค่าแคลอรี่จากการออกกำลังกายของแต่ละคน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.16 การออกกำลังกายเพื่อเก็บผลการทดลอง (1)



รูปที่ 3.17 การออกกำลังกายเพื่อเก็บผลการทดลอง (2)

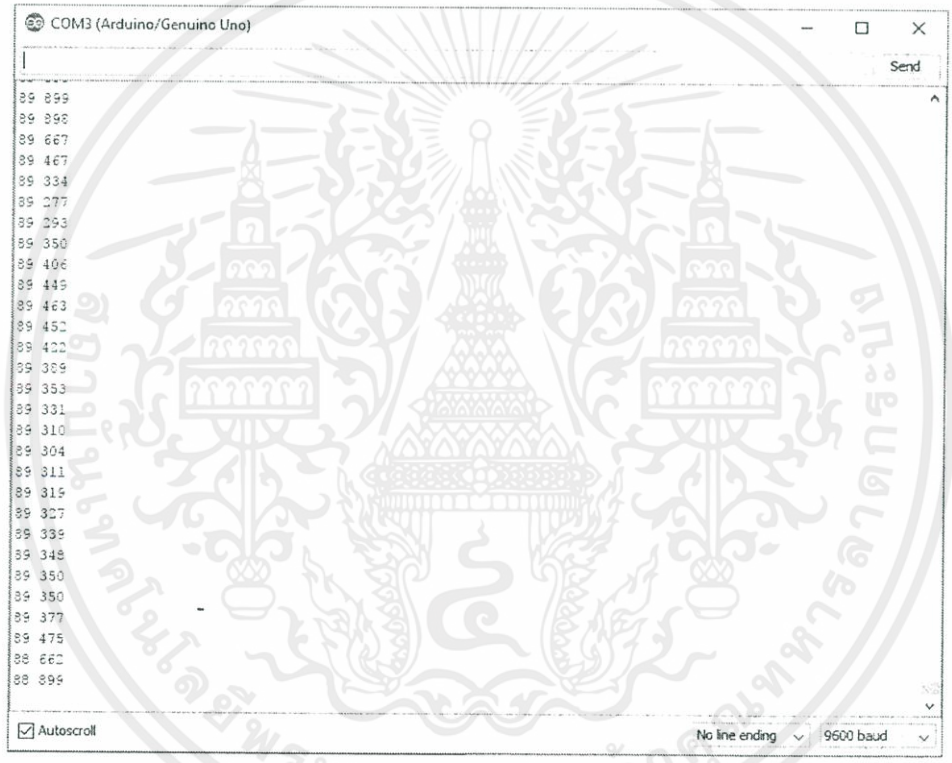
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดลอง

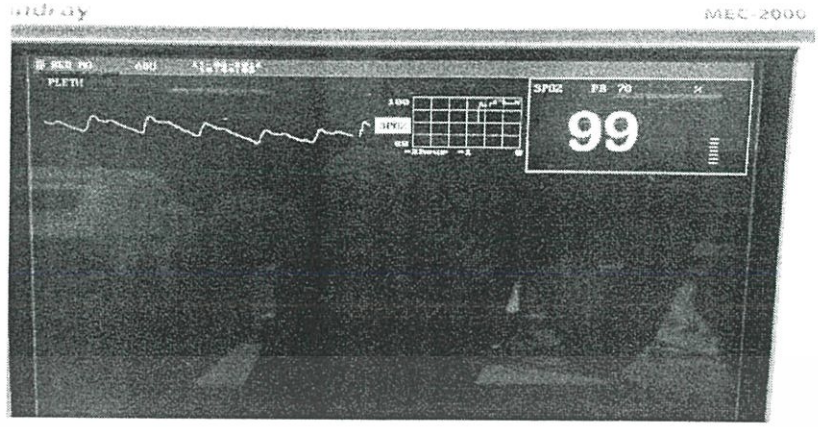
4.1 ผลการทดลองในส่วนไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller)

ในการทดลองเพื่อหาค่าที่ถูกต้องของ Pulse Sensor โดยเขียนโปรแกรม Arduino ให้แสดงผลของ Heart Rate (BPM) ซึ่งจะวัดค่าขณะพักอยู่ จะได้ผลดังนี้



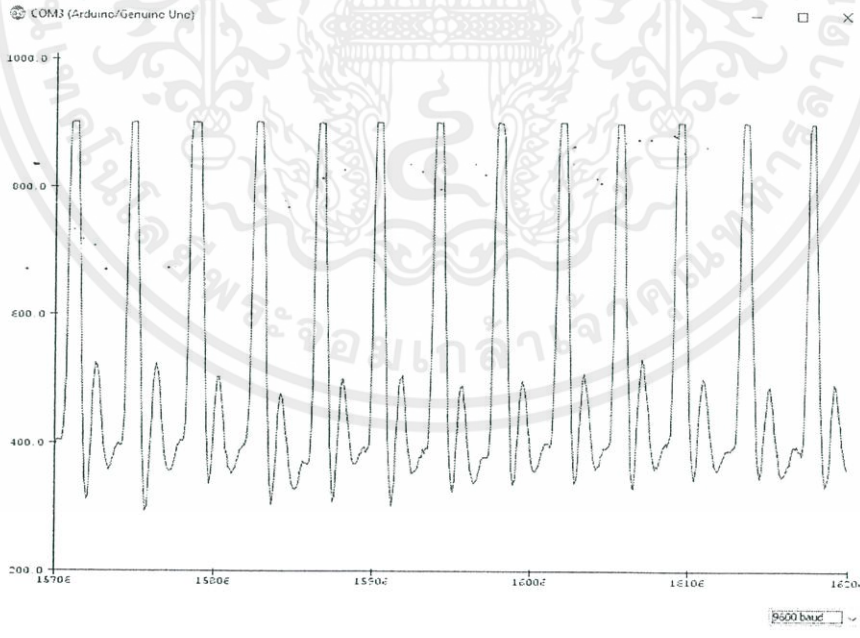
รูปที่ 4.1 ค่า Heart Rate และเวลาที่ใช้ไปทั้งหมดจากการทดลองกับ Arduino

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.2 ค่า Heart Rate จากการทดลองกับ Patient Monitor

จากรูปที่ 4.1 จะเห็นได้ว่าค่า Heart Rate จะมีค่าประมาณ 89 BPM เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับค่าที่วัดโดยเครื่อง Patient Monitor แสดงในรูปที่ 4.2 พบว่า มีค่าประมาณ 70 BPM ซึ่งเป็นค่าชีพจรปกติของผู้ใหญ่ขณะพัก โดยค่าจากการทดลองต้องอยู่ที่ประมาณ 60-100 ครั้งต่อนาทีจึงจะถูกต้อง



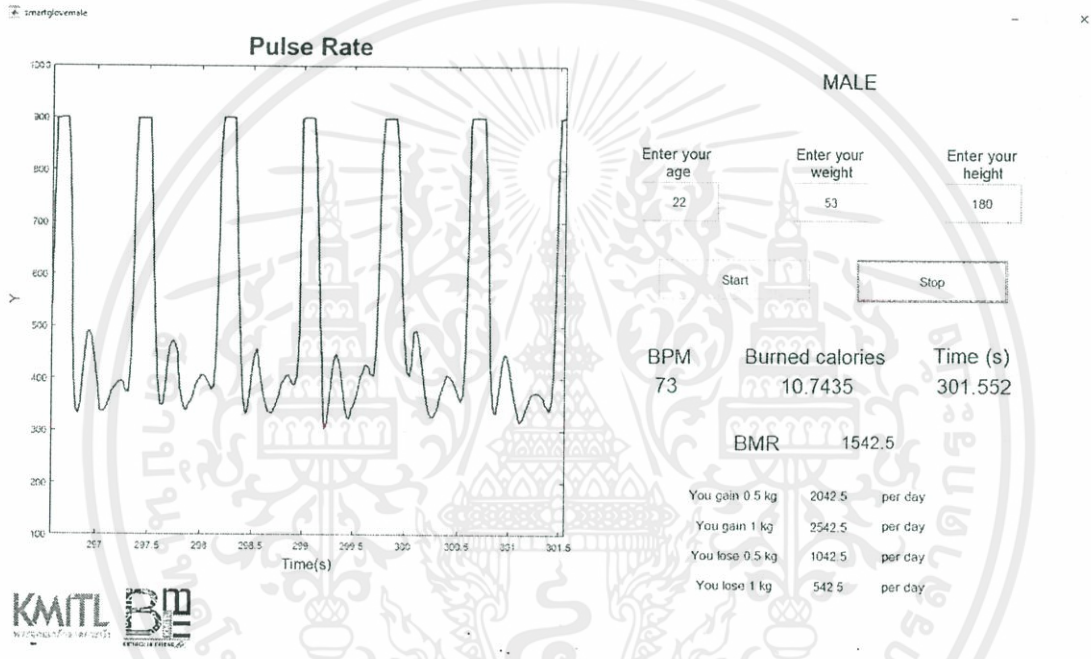
รูปที่ 4.3 กราฟ Pulse Rate ที่ได้จากการพล็อตผ่านโปรแกรม Arduino

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.3 กราฟ pulse rate ในแต่ละ peak คือ 1 การเต้นของหัวใจ ถ้านับจำนวนpeak โดยใช้เวลา 1 นาที จะทำให้สามารถทราบได้ถึงอัตราการเต้นของหัวใจ (Heart rate)

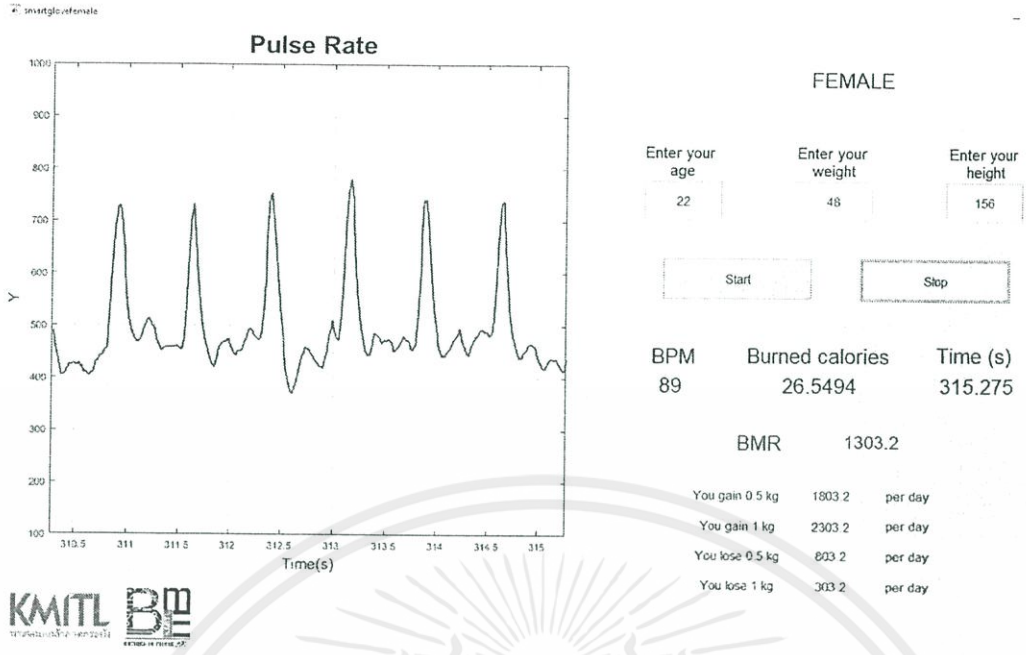
4.2 ผลการทดลองจากโปรแกรม MATLAB

ในการทดลองโดยใช้โปรแกรมที่สร้างขึ้น เราจะให้ผู้เลือกโปรแกรมตามเพศแล้วระบุอายุ, น้ำหนักและส่วนสูงลงในโปรแกรมดังรูปที่ 4.4 แล้วให้ผู้ทดลองนั่งพักสักระยะหนึ่ง



รูปที่ 4.4 ผลลัพธ์จากโปรแกรม Matlab ในการคำนวณแคลอรี่เพศชาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

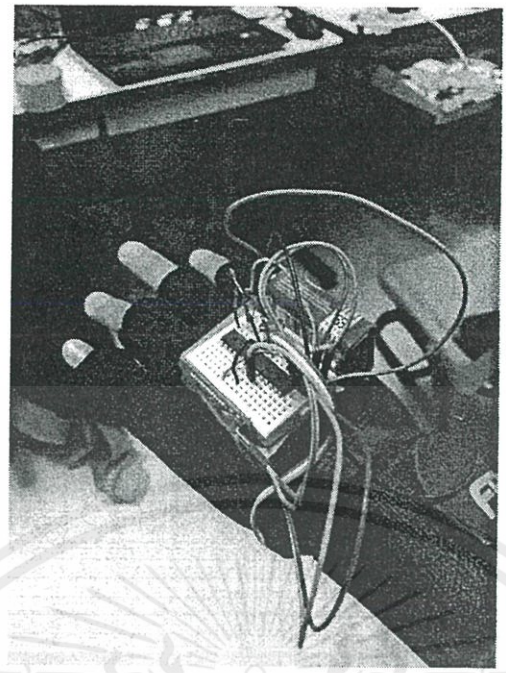


รูปที่ 4.5 ผลลัพธ์จากโปรแกรม Matlab ในการคำนวณแคลอรี่เพศหญิง

4.3 ผลการทดลองจากอุปกรณ์ต้นแบบ

ผลจากการสร้างอุปกรณ์ต้นแบบเป็นไปดังรูปที่ 4.6 หลังจากนั้นได้ลองทำการรันโปรแกรมโดยใช้อุปกรณ์ต้นแบบดังกล่าว ผลปรากฏว่าสามารถรันได้ปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

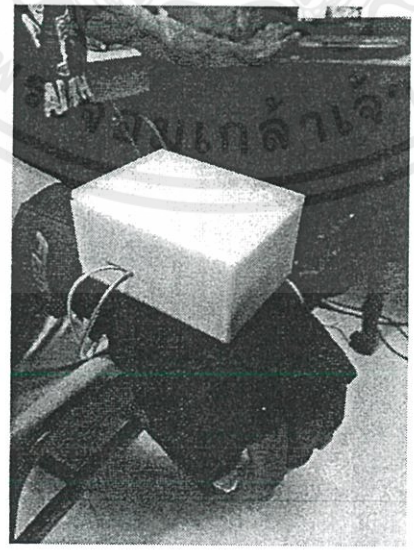


รูปที่ 4.6 อุปกรณ์ต้นแบบ

4.4 ผลการทดลองจากอุปกรณ์จริง

4.4.1 ส่วนฮาร์ดแวร์

ผลจากการสร้างอุปกรณ์จริงเพื่อใช้ในการทดสอบเป็นไปดังรูปที่ 4.7, 4.8 และ 4.9



รูปที่ 4.7 อุปกรณ์จริง (1)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.8 อุปกรณ์จริง (2)

รูปที่ 4.9 อุปกรณ์จริง (3)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.2 ส่วนซอฟต์แวร์

หลังจากที่ได้สร้างอุปกรณ์จริงแล้ว ต่อมาคือการทำการทดลองโดยใช้โปรแกรมที่สร้างขึ้น โดยเตรียมให้ผู้ทดลองออกกำลังกายในท่าออกกำลังกายในต่อไปนี้

1. ท่ายกดัมเบล

2. ท่าวิดพื้น

3. ท่า sit-up

ซึ่งใช้เวลาในการออกกำลังกาย 30 นาที

ตารางที่ 4.1 ผลการทดลองวัดแคลอรี่

เพศ	น้ำหนัก (ก.ก.)	อายุ (ปี)	ชีพจร (BPM)	Calories จากการทดลอง	Calories จากทฤษฎี
ชาย	56	21	136	325.546	330.359
ชาย	61	22	157	427.621	433.929
ชาย	74	22	162	469.833	475.078
หญิง	48	22	134	247.394	251.588
หญิง	65	22	152	284.357	293.910
หญิง	43	22	174	372.797	384.376

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้มีจุดมุ่งหมายคือ การพัฒนาโปรแกรมบน MATLAB โดยใช้ GUI (Graphic User Interface) เพื่อเป็นส่วนช่วยให้ผู้ที่ต้องการควบคุมน้ำหนักโดยการออกกำลังกาย ซึ่งบอกค่าแคลอรี่ให้กับผู้ใช้งานได้ทราบแบบเรียลไทม์ ผู้พัฒนาได้เห็นว่ามีประโยชน์แก่ผู้ใช้งานในกลุ่มของผู้ชอบออกกำลังกาย ซึ่งตัวโปรแกรมจะให้ผู้ใช้งานกรอกข้อมูลแล้วโปรแกรมจะประมวลผลเป็นค่าแคลอรี่ออกมา นอกจากนี้ยังมีตัวแปรจากเซนเซอร์ที่ติดอยู่กับตัววงจรที่ใช้สำหรับประมวลผลอีกด้วย โดยตัวแปรจากเซนเซอร์นั้นก็คือ ค่าชีพจร ซึ่งวัดโดยตรงจากตัวผู้ใช้งานโดยตรง โดยความแม่นยำของโปรแกรมนั้น จะมีความแม่นยำสูงเพราะวัดค่าอย่างเรียลไทม์ทำให้ผู้ใช้งานสามารถวิเคราะห์แคลอรี่ได้อย่างถูกต้อง

5.2 ข้อจำกัดของงานวิจัย

จากความสามารถของตัวโปรแกรมและอุปกรณ์นั้น ยังมีบางจุดที่ผู้ทำวิจัยเห็นว่าเป็นข้อจำกัดของงานวิจัยนี้คือ

1. การติดเซนเซอร์ที่ข้อมือนั้น จะให้ค่าที่ไม่แม่นยำเท่าติดตามนิ้วหรือใบหู ทำให้การคำนวณแคลอรี่ผิดเพี้ยนไปได้

2. เมื่อกดเริ่มโปรแกรมจะมีการดีเลย์ของโปรแกรมทำให้เวลาเริ่มต้นเปลี่ยนไป

3. โปรแกรมอาจจะไม่สามารถเริ่มโปรแกรมได้ทันทีในการกดเริ่มครั้งแรก อาจต้องกดเริ่มโปรแกรมใหม่อีกครั้ง

5.3 ข้อเสนอแนะ

ในด้านการทำงาน ผู้ทำวิจัยเห็นว่าตัวโปรแกรมนี้จะมีการทำงานที่สะดวกขึ้น หากถูกพัฒนาบนระบบปฏิบัติการบน Smartphone เพราะสามารถพกพาได้สะดวกมากกว่า แล้วในปัจจุบันผู้คนใช้งาน Smartphone กันเป็นส่วนมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] G.Karthik Reddy and K. Lokesh Achari, "A Non Invasive Method for Calculating Calories Burned during Exercise using Heartbeat "IEEE Sponsored 9th International Conference on Intelligent Systems and Control (ISCO)2015

[2] Ceesay, S. M., Prentice, A. M., Day, K. C., Murgatroyd, P. R., Goldberg, G. R., Scott,W., & Spurr, G. B. 1989. The use of heart rate monitoring in the estimation of energyexpenditure: A validation study using indirect whole-body calorimetry. British Journal ofNutrition, 61, 175-186.

[2] Puthachart Suttapun, https://sites.google.com/site/bamzorigi/bth-thi-5-kar-yxy-xahar- laea-kar-slay-sar-xahar-pheux-hi-di-phlangngan/5-2-kar-slay-sar-xahar-radab-sell

[3] Pol.Col. Visanu Tuvayanon , http://www.tuvayanon.net/6b5001520712.html

[4] Brian Mackenzie, https://www.brianmac.co.uk/aboutme.htm

[5] Nick Nilsson, https://www.bodybuilding.com/fun/betteru25.htm

[6] http://www.calculator.net/calorie-calculator.html?ctype=metric&cage=21&csex=m&cheightfeet=5&cheightinch=10&cpound=160&cheightmeter=167&ckg=54&cactivity=1.9&printit=0&x=63&y=7

[7] Jordan Daley, http://www.shapesense.com/fitness-exercise/calculators/heart-rate-based-calorie-burn-calculator.shtml

[8] https://github.com/WorldFamousElectronics/PulseSensor_Amped_Arduino

[9] http://jungletronics.blogspot.com.br/2016/07/14-arduseriepulse-sensor-for-arduino_41.html

[10] http://stackoverflow.com/questions/33793388/arduino-serial-input-to-stop-and-start

[11] https://www.gravitechthai.com/guru2.php?p=279

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

[12] http://www.calories-calculator.net/Calculator_Formulars.html#burned_by_hr

[13] https://www.arduinoall.com/article/12/สอนใช้-arduino-atmega8-atmega328-แบบต่อเอง-arduino-standalone

[14] Phakinee Anunonthat, http://matabthai.blogspot.com/2013/04/matlab.html

[15] https://www.mathworks.com/matlabcentral/answers/18341-display-a-value-in-edit-text-in-gui

[16] https://www.mathworks.com/matlabcentral/answers/163985-displaying-a-value-in-a-static-text-box

[17] https://www.mathworks.com/videos/creating-a-gui-with-guide-68979.html

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

Code ใน Arduino

```
#include <SoftwareSerial.h>

#define PROCESSING_VISUALIZER 1

#define SERIAL_PLOTTER  2

SoftwareSerial mySerial(0,1); // RX, TX

// Volatile Variables, used in the interrupt service routine!

volatile int BPM;                   // int that holds raw Analog in 0. updated every 2mS

volatile int Signal;                // holds the incoming raw data

volatile int IBI = 600;             // int that holds the time interval between beats! Must
be seeded!

volatile boolean Pulse = false;     // "True" when User's live heartbeat is detected.
"False" when not a "live beat".

volatile boolean QS = false;        // becomes true when Arduoino finds a beat.

//InterruptValue

volatile int rate[10];              // array to hold last ten IBI values

volatile unsigned long sampleCounter = 0;          // used to determine pulse timing

volatile unsigned long lastBeatTime = 0;           // used to find IBI

volatile int P =512;                // used to find peak in pulse wave, seeded

volatile int T = 512;               // used to find trough in pulse wave, seeded

volatile int thresh = 530;          // used to find instant moment of heart beat,
seeded
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
volatile int amp = 0;                   // used to hold amplitude of pulse waveform,
seeded

volatile boolean firstBeat = true;      // used to seed rate array so we startup with
reasonable BPM

volatile boolean secondBeat = false;    // used to seed rate array so we startup
with reasonable BPM


int sensorPin = A0;    // select the input pin for the potentiometer

int sensorValue = 0;  // variable to store the value coming from the sensor

int fadePin = 5;                // pin to do fancy classy fading blink at each beat

int fadeRate = 0;

int n=0;


static int outputType = SERIAL_PLOTTER;

void setup()

{

  interruptSetup();

  Serial.begin(9600);

  mySerial.begin(9600);

}

void loop()

{

  serialOutput() ;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  if (QS == true){     // A Heartbeat Was Found
                       // BPM and IBI have been Determined
                       // Quantified Self "QS" true when arduino finds a heartbeat
        fadeRate = 255;         // Makes the LED Fade Effect Happen
                                // Set 'fadeRate' Variable to 255 to fade LED with pulse
        serialOutputWhenBeatHappens();   // A Beat Happened, Output that to serial.
        QS = false;


}
 ledFadeToBeat();                      // Makes the LED Fade Effect Happen
  delay(20);
}
void ledFadeToBeat(){
    fadeRate -= 15;                    //  set LED fade value
    fadeRate = constrain(fadeRate,0,255);   //  keep LED fade value from going into
negative numbers!
    analogWrite(fadePin,fadeRate);          //  fade LED
 }


void serialOutput(){   // Decide How To Output Serial.
 switch(outputType){
   case PROCESSING_VISUALIZER:
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        sendDataToSerial('S', Signal);     // goes to sendDataToSerial function
        break;
      case SERIAL_PLOTTER:  // open the Arduino Serial Plotter to visualize these data
        Serial.print(BPM);
        Serial.print(" ");
      // Serial.print(IBI);
      // Serial.print(",");
        Serial.println(Signal);

        break;
      default:
        break;
    }

}
void serialOutputWhenBeatHappens(){
  switch(outputType){
    case PROCESSING_VISUALIZER:    // find it here
https://github.com/WorldFamousElectronics/PulseSensor_Amped_Processing_Visualiz
er
      sendDataToSerial('B',BPM);   // send heart rate with a 'B' prefix
      sendDataToSerial('Q',IBI);   // send time between beats with a 'Q' prefix
      break;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
      default:
        break;
    }
  }

void sendDataToSerial(char symbol, int data ){
    Serial.print(symbol);
    Serial.println(data);
  }

void interruptSetup(){  // CHECK OUT THE Timer_Interrupt_Notes TAB FOR MORE ON INTERRUPTS
  // Initializes Timer2 to throw an interrupt every 2mS.
  TCCR2A = 0x02;     // DISABLE PWM ON DIGITAL PINS 3 AND 11, AND GO INTO CTC MODE
  TCCR2B = 0x06;     // DON'T FORCE COMPARE, 256 PRESCALER
  OCR2A = 0X7C;      // SET THE TOP OF THE COUNT TO 124 FOR 500Hz SAMPLE RATE
  TIMSK2 = 0x02;     // ENABLE INTERRUPT ON MATCH BETWEEN TIMER2 AND OCR2A
  sei();             // MAKE SURE GLOBAL INTERRUPTS ARE ENABLED
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
// THIS IS THE TIMER 2 INTERRUPT SERVICE ROUTINE.

// Timer 2 makes sure that we take a reading every 2 miliseconds

ISR(TIMER2_COMPA_vect){                    // triggered when Timer2 counts to 124

  cli();                                   // disable interrupts while we do this

  Signal = analogRead(sensorPin);          // read the Pulse Sensor

  sampleCounter += 2;                      // keep track of the time in mS with this
variable

  int N = sampleCounter - lastBeatTime;    // monitor the time since the last beat
to avoid noise



   //  find the peak and trough of the pulse wave

  if(Signal < thresh && N > (IBI/5)*3){    // avoid dichrotic noise by waiting 3/5 of last
IBI

    if (Signal < T){                       // T is the trough

      T = Signal;                          // keep track of lowest point in pulse wave

    }

  }


  if(Signal > thresh && Signal > P){       // thresh condition helps avoid noise

    P = Signal;                            // P is the peak

  }                                        // keep track of highest point in pulse wave


//  NOW IT'S TIME TO LOOK FOR THE HEART BEAT
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
// signal surges up in value every time there is a pulse
if (N > 250){                                   // avoid high frequency noise
  if ( (Signal > thresh) && (Pulse == false) && (N > (IBI/5)*3) ){
    Pulse = true;                               // set the Pulse flag when we think there is a
pulse
    IBI = sampleCounter - lastBeatTime;         // measure time between beats in mS
    lastBeatTime = sampleCounter;               // keep track of time for next pulse

    if(secondBeat){                             // if this is the second beat, if secondBeat ==
TRUE
      secondBeat = false;                       // clear secondBeat flag
      for(int i=0; i<=9; i++){                  // seed the running total to get a realisitic BPM at
startup
        rate[i] = IBI;
      }
    }

    if(firstBeat){                              // if it's the first time we found a beat, if firstBeat ==
TRUE
      firstBeat = false;                        // clear firstBeat flag
      secondBeat = true;                        // set the second beat flag
      sei();                                    // enable interrupts again
      return;                                   // IBI value is unreliable so discard it
    }
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
      // keep a running total of the last 10 IBI values
      word runningTotal = 0;                  // clear the runningTotal variable

      for(int i=0; i<=8; i++){                // shift data in the rate array
        rate[i] = rate[i+1];                  // and drop the oldest IBI value
        runningTotal += rate[i];              // add up the 9 oldest IBI values
      }

      rate[9] = IBI;                          // add the latest IBI to the rate array
      runningTotal += rate[9];                // add the latest IBI to runningTotal
      runningTotal /= 10;                     // average the last 10 IBI values
      BPM = 60000/runningTotal;               // how many beats can fit into a minute?
that's BPM!
      QS = true;                              // set Quantified Self flag
      // QS FLAG IS NOT CLEARED INSIDE THIS ISR
    }
  }

  if (Signal < thresh && Pulse == true){   // when the values are going down, the beat
is over
    Pulse = false;                         // reset the Pulse flag so we can do it again
    amp = P - T;                           // get amplitude of the pulse wave
    thresh = amp/2 + T;                    // set thresh at 50% of the amplitude
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    P = thresh;                    // reset these for next time
    T = thresh;
  }

  if (N > 2500){                   // if 2.5 seconds go by without a beat
    thresh = 530;                  // set thresh default
    P = 512;                       // set P default
    T = 512;                       // set T default
    lastBeatTime = sampleCounter;  // bring the lastBeatTime up to date
    firstBeat = true;              // set these to avoid noise
    secondBeat = false;            // when we get the heartbeat back
  }

  sei();                           // enable interrupts when youre done!
}// end isr
```

Code ใน MATLAB (สำหรับผู้ชาย)

```
function varargout = smartglovemale(varargin)
% SMARTGLOVEMALE MATLAB code for smartglovemale.fig
%      SMARTGLOVEMALE, by itself, creates a new SMARTGLOVEMALE or raises the existing
%      singleton*.
%
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
%      H = SMARTGLOVEMALE returns the handle to a new SMARTGLOVEMALE or the
handle to
%      the existing singleton*.
%
%      SMARTGLOVEMALE('CALLBACK',hObject,eventData,handles,...) calls the local
%      function named CALLBACK in SMARTGLOVEMALE.M with the given input
arguments.
%
%      SMARTGLOVEMALE('Property','Value',...) creates a new SMARTGLOVEMALE or
raises the
%      existing singleton*.  Starting from the left, property value pairs are
%      applied to the GUI before smartglovemale_OpeningFcn gets called.  An
%      unrecognized property name or invalid value makes property application
%      stop.  All inputs are passed to smartglovemale_OpeningFcn via varargin.
%
%      *See GUI Options on GUIDE's Tools menu.  Choose "GUI allows only one
%      instance to run (singleton)".
%
% See also: GUIDE, GUIDATA, GUIHANDLES


% Edit the above text to modify the response to help smartglovemale


% Last Modified by GUIDE v2.5 18-Apr-2017 16:45:12
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
% Begin initialization code - DO NOT EDIT
gui_Singleton = 1;
gui_State = struct('gui_Name',       mfilename, ...
                   'gui_Singleton',  gui_Singleton, ...
                   'gui_OpeningFcn', @smartglovemale_OpeningFcn, ...
                   'gui_OutputFcn',  @smartglovemale_OutputFcn, ...
                   'gui_LayoutFcn',  [] , ...
                   'gui_Callback',   []);
if nargin && ischar(varargin{1})
    gui_State.gui_Callback = str2func(varargin{1});
end


if nargout
    [varargout{1:nargout}] = gui_mainfcn(gui_State, varargin{:});
else
    gui_mainfcn(gui_State, varargin{:});
end
% End initialization code - DO NOT EDIT



% --- Executes just before smartglovemale is made visible.
function smartglovemale_OpeningFcn(hObject, eventdata, handles, varargin)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
% This function has no output args, see OutputFcn.


% hObject    handle to figure
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)
% varargin   command line arguments to smartglovemale (see VARARGIN)


% Choose default command line output for smartglovemale
handles.output = hObject;


% Update handles structure
guidata(hObject, handles);


% UIWAIT makes smartglovemale wait for user response (see UIRESUME)
% uiwait(handles.figure1);
I = imread('kmitl.jpg');
axes(handles.axes4);
imshow(I);


J = imread('biomedkmitl.jpg');
axes(handles.axes5);
imshow(J);
% --- Outputs from this function are returned to the command line.
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
function varargout = smartglovemale_OutputFcn(hObject, eventdata, handles)
% varargout  cell array for returning output args (see VARARGOUT);
% hObject    handle to figure
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Get default command line output from handles structure
varargout{1} = handles.output;

global scrollWidth delay count plotGraph time data min max xLabel yLabel
yourcalories   ;
plotTitle = 'Pulse Rate';  % plot title
xLabel = 'Time(s)';    % x-axis label
yLabel = 'Y';              % y-axis label
plotGrid = 'on';           % 'off' to turn off grid
min = 100;                 % set y-min
max = 1000;                % set y-max
scrollWidth = 5;           % display period in plot, plot entire data log if <= 0
delay = 0.0001;            % make sure sample faster than resolution
%Define Function Variables
time = 0;
data = zeros(3,1);
count = 0;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
yourcalories = 0;


%Set up Plot
axes(handles.axes1);
plotGraph = plot(time,data(2,:),'-r','LineWidth',2,'MarkerFaceColor','w','MarkerSize',2);
hold on


title(plotTitle,'FontSize',25);
xlabel(xLabel,'FontSize',15);
ylabel(yLabel,'FontSize',15);
axis([0 10000 min max]);
grid(plotGrid);


% --- Executes on button press in Start.
function Start_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to Start (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)
global  s scrollWidth delay  plotGraph  min max count time data cal1 cal2
yourcalories ;
s =serial('COM3', 'BaudRate', 9600);
%s = Bluetooth('HC-06', 1);
fopen(s);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
tic

while ishandle(plotGraph)   %Loop when Plot is Active

dat = fscanf(s,'%d'); %Read Data from Serial as ...
dat1 = dat(1,:);
if(~isempty(dat) && isfloat(dat)) %Make sure Data Type is Correct
    count = count + 1;
    time(count) = toc;    %Extract Elapsed Time in seconds
    data(:,count) = dat(2,:);
    set(handles.bpm,'String',dat1);
    set(handles.timetxt,'String',toc);

    %Set Axis according to Scroll Width
    if(scrollWidth > 0)
    set(plotGraph,'XData',time(time > time(count)-scrollWidth),'YData', data(1,time >
time(count)-scrollWidth));

    axis([time(count)-scrollWidth time(count) min max]);
    else
    set(plotGraph,'XData',time,'YData',data(:,2));
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
axis([0 time(count) min max]);


end


    x = str2double(get(handles.weight, 'String'));
    y = str2double(get(handles.age, 'String'));
    z = str2double(get(handles.height, 'String'));
    BMR = (66+(13.7*x)+(5*z)-(6.8*y));
    cal1 = ((((y*0.2017) + (x*0.1988)+ (dat1*0.6309)) - 55.0969) * ((1/3600)/(4.184))) ;
    yourcalories = yourcalories+cal1 ;
    set(handles.yourcalories, 'String',yourcalories);
    set(handles.bmr, 'String',BMR);
    set(handles.gain0, 'String',BMR+500);
    set(handles.gain1, 'String',BMR+1000);
    set(handles.lose0, 'String',BMR-500);
    set(handles.lose1, 'String',BMR-1000);
    cal1 = yourcalories ;


%Allow MATLAB to Update Plot


pause(delay);


end
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
end


function gender_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to gender (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)


% Hints: get(hObject,'String') returns contents of gender as text
%        str2double(get(hObject,'String')) returns contents of gender as a double



% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function gender_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to gender (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    empty - handles not created until after all CreateFcns called


% Hint: edit controls usually have a white background on Windows.
%       See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
end


function weight_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to weight (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)


% Hints: get(hObject,'String') returns contents of weight as text
%        str2double(get(hObject,'String')) returns contents of weight as a double


% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function weight_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to weight (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    empty - handles not created until after all CreateFcns called


% Hint: edit controls usually have a white background on Windows.
%       See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
function age_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to age (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Hints: get(hObject,'String') returns contents of age as text
%        str2double(get(hObject,'String')) returns contents of age as a double
% --- Executes during object creation, after setting all properties.

function age_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to age (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    empty - handles not created until after all CreateFcns called

% Hint: edit controls usually have a white background on Windows.
%       See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end

% --- Executes on button press in stop.
function stop_Callback(hObject, eventdata, handles)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
% hObject    handle to stop (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)
global s ;
fclose(s);
clear ;
clearvars ;

% --- Executes on selection change in popupmenu1.
function popupmenu1_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to popupmenu1 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Hints: contents = cellstr(get(hObject,'String')) returns popupmenu1 contents as cell
array
%        contents{get(hObject,'Value')} returns selected item from popupmenu1

% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function popupmenu1_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to popupmenu1 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    empty - handles not created until after all CreateFcns called
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
% Hint: popupmenu controls usually have a white background on Windows.
%       See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end


function height_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to height (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)
% Hints: get(hObject,'String') returns contents of height as text
%        str2double(get(hObject,'String')) returns contents of height as a double
% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function height_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to height (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    empty - handles not created until after all CreateFcns called
% Hint: edit controls usually have a white background on Windows.
%       See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    set(hObject,'BackgroundColor','white');

end
```

Code ใน MATLAB (สำหรับผู้หญิง)

```
function varargout = smartglovefemale(varargin)

% SMARTGLOVEFEMALE MATLAB code for smartglovefemale.fig

%      SMARTGLOVEFEMALE, by itself, creates a new SMARTGLOVEFEMALE or raises
the existing

%      singleton*.

%

%      H = SMARTGLOVEFEMALE returns the handle to a new SMARTGLOVEFEMALE or
the handle to

%      the existing singleton*.

%

%      SMARTGLOVEFEMALE('CALLBACK',hObject,eventData,handles,...) calls the local

%      function named CALLBACK in SMARTGLOVEFEMALE.M with the given input
arguments.

%

%      SMARTGLOVEFEMALE('Property','Value',...) creates a new SMARTGLOVEFEMALE
or raises the

%      existing singleton*.  Starting from the left, property value pairs are

%      applied to the GUI before smartglovefemale_OpeningFcn gets called.  An

%      unrecognized property name or invalid value makes property application

%      stop.  All inputs are passed to smartglovefemale_OpeningFcn via varargin.
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
%
%      *See GUI Options on GUIDE's Tools menu.  Choose "GUI allows only one
%      instance to run (singleton)".
%
% See also: GUIDE, GUIDATA, GUIHANDLES


% Edit the above text to modify the response to help smartglovefemale


% Last Modified by GUIDE v2.5 18-Apr-2017 16:49:56


% Begin initialization code - DO NOT EDIT
gui_Singleton = 1;
gui_State = struct('gui_Name',       mfilename, ...
                   'gui_Singleton',  gui_Singleton, ...
                   'gui_OpeningFcn', @smartglovefemale_OpeningFcn, ...
                   'gui_OutputFcn',  @smartglovefemale_OutputFcn, ...
                   'gui_LayoutFcn',  [] , ...
                   'gui_Callback',   []);
if nargin && ischar(varargin{1})
    gui_State.gui_Callback = str2func(varargin{1});
end


if nargout
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    [varargout{1:nargout}] = gui_mainfcn(gui_State, varargin{:});
else
    gui_mainfcn(gui_State, varargin{:});
end
% End initialization code - DO NOT EDIT



% --- Executes just before smartglovefemale is made visible.
function smartglovefemale_OpeningFcn(hObject, eventdata, handles, varargin)
% This function has no output args, see OutputFcn.



% hObject    handle to figure
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)
% varargin   command line arguments to smartglovefemale (see VARARGIN)


% Choose default command line output for smartglovefemale
handles.output = hObject;


% Update handles structure
guidata(hObject, handles);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
% UIWAIT makes smartglovefemale wait for user response (see UIRESUME)
% uiwait(handles.figure1);
I = imread('kmitl.jpg');
axes(handles.axes4);
imshow(I);

J = imread('biomedkmitl.jpg');
axes(handles.axes5);
imshow(J);


% --- Outputs from this function are returned to the command line.
function varargout = smartglovefemale_OutputFcn(hObject, eventdata, handles)
% varargout  cell array for returning output args (see VARARGOUT);
% hObject    handle to figure
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Get default command line output from handles structure
varargout{1} = handles.output;

global scrollWidth delay count plotGraph time data min max xLabel yLabel
yourcalories   ;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
plotTitle = 'Pulse Rate';  % plot title
xLabel = 'Time(s)';    % x-axis label
yLabel = 'Y';              % y-axis label
plotGrid = 'on';             % 'off' to turn off grid
min = 100;                  % set y-min
max = 1000;                   % set y-max
scrollWidth = 5;            % display period in plot, plot entire data log if <= 0
delay = 0.0001;                % make sure sample faster than resolution
%Define Function Variables
time = 0;
data = zeros(3,1);
count = 0;
yourcalories = 0;
%Set up Plot
axes(handles.axes1);
plotGraph = plot(time,data(2,:),'-r','LineWidth',2,'MarkerFaceColor','w','MarkerSize',2);
hold on


title(plotTitle,'FontSize',25);
xlabel(xLabel,'FontSize',15);
ylabel(yLabel,'FontSize',15);
axis([0 10000 min max]);
grid(plotGrid);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
% --- Executes on button press in Start.
function Start_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to Start (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)
global  s scrollWidth delay  plotGraph  min max count time data cal1 cal2
yourcalories ;
%s =serial('COM3', 'BaudRate', 9600);
s = Bluetooth('HC-06', 1);
fopen(s);

tic

while ishandle(plotGraph)   %Loop when Plot is Active

dat = fscanf(s,'%d'); %Read Data from Serial as ...
dat1 = dat(1,:);
if(~isempty(dat) && isfloat(dat)) %Make sure Data Type is Correct
    count = count + 1;
    time(count) = toc;    %Extract Elapsed Time in seconds
    data(:,count) = dat(2,:);
    set(handles.bpm,'String',dat1);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
set(handles.timetxt,'String',toc);


%Set Axis according to Scroll Width
if(scrollWidth > 0)
set(plotGraph,'XData',time(time > time(count)-scrollWidth),'YData', data(1,time > time(count)-scrollWidth));


axis([time(count)-scrollWidth time(count) min max]);
else
set(plotGraph,'XData',time,'YData',data(:,2));


axis([0 time(count) min max]);


end
```

```
x = str2double(get(handles.weight, 'String'));
y = str2double(get(handles.age, 'String'));
z = str2double(get(handles.height, 'String'));
BMR = (665+(9.6*x)+(1.8*z)-(4.7*y));
cal1= ((((y*0.074) + (x*0.1263)+ (dat1*0.4472)) - 20.4022) * ((1/3600)/(4.184))) ;
yourcalories = yourcalories+cal1 ;
set(handles.yourcalories, 'String', yourcalories);
set(handles.bmr, 'String',BMR);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        set(handles.gain0, 'String',BMR+500);
        set(handles.gain1, 'String',BMR+1000);
        set(handles.lose0, 'String',BMR-500);
        set(handles.lose1, 'String',BMR-1000);
        cal2 = yourcalories ;

    %Allow MATLAB to Update Plot

    pause(delay);

end

end

function gender_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to gender (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Hints: get(hObject,'String') returns contents of gender as text
%        str2double(get(hObject,'String')) returns contents of gender as a double
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function gender_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to gender (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    empty - handles not created until after all CreateFcns called

% Hint: edit controls usually have a white background on Windows.
%       See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end

function weight_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to weight (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Hints: get(hObject,'String') returns contents of weight as text
%        str2double(get(hObject,'String')) returns contents of weight as a double
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function weight_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to weight (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    empty - handles not created until after all CreateFcns called

% Hint: edit controls usually have a white background on Windows.
%       See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end

function age_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to age (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Hints: get(hObject,'String') returns contents of age as text
%        str2double(get(hObject,'String')) returns contents of age as a double
% --- Executes during object creation, after setting all properties.
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
function age_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to age (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    empty - handles not created until after all CreateFcns called

% Hint: edit controls usually have a white background on Windows.
%       See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end


% --- Executes on button press in stop.
function stop_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to stop (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)
global s ;
fclose(s);
clear ;
clearvars ;


% --- Executes on selection change in popupmenu1.
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
function popupmenu1_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to popupmenu1 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)
% Hints: contents = cellstr(get(hObject,'String')) returns popupmenu1 contents as cell
array
%        contents{get(hObject,'Value')} returns selected item from popupmenu1
% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function popupmenu1_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to popupmenu1 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    empty - handles not created until after all CreateFcns called
% Hint: popupmenu controls usually have a white background on Windows.
%       See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end


function height_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to height (see GCBO)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)
% Hints: get(hObject,'String') returns contents of height as text
%        str2double(get(hObject,'String')) returns contents of height as a double
% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function height_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to height (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    empty - handles not created until after all CreateFcns called

% Hint: edit controls usually have a white background on Windows.
%       See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้