เกมคณิตศาสตร์กับการพัฒนาสุขภาพ

MATHEMATICAL GAME WITH HEALTH DEVELOPMENT

พรพนา โยธารักษ์
พรวิภา มีเคลือบ
ศิริรัตน์ คงสังข์

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (คณิตศาสตร์ประยุกต์)
ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2561

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MATHEMATICAL GAME WITH HEALTH DEVELOPMENT

PORNPANA YOTHARAK
PORNWIPA MEEKLUCB
SIRIRUT KONGSANG

SPECIAL PROBLEM SUBMITTED INPARTIAL FULFILLMENT OF
THE REQUIREMENT FOR
THE DEGREE OF BACHELOR OF SCIENCE (APPLIED MATHEMATICS)
DEPARTMENT OF MATHEMATICS, FACULTY OF SCIENCE
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
ACADEMIC YEAR 2018

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปัญหาพิเศษ	เกมคณิตศาสตร์กับการพัฒนาสุขภาพ Mathematical Game with Health Development
ชื่อนักศึกษา	นางสาวพรพนา โยธารักษ์ รหัสนักศึกษา 58050119 นางสาวพรวิภา มีเคลือบ รหัสนักศึกษา 58050121 นางสาวศิริรัตน์ คงสังข์ รหัสนักศึกษา 58050156
ปริญญา	วิทยาศาสตรบัณฑิต (คณิตศาสตร์ประยุกต์)
ภาควิชา	คณิตศาสตร์
ปีการศึกษา	2561
อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร.บุษยมาส พิมพ์พรรณชาติ
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	ผศ.ดร.วรางคณา กิ้มปาน

คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (สจล.) อนุมัติให้ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (คณิตศาสตร์ประยุกต์) ประจำปีการศึกษา 2561

คณะกรรมการสอบ	ลายมือชื่อ
ดร.เทิดขวัญ ช้างเผือก ประธานกรรมการ	
ผศ.ดร.เดชา สมนะ กรรมการ	
ดร.บุษยมาส พิมพ์พรรณชาติ กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษา	
ผศ.ดร.วรางคณา กิ้มปาน กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	

ลิขสิทธิ์ของคณะวิทยาศาสตร์
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

หัวข้อปัญหาพิเศษ เกมคณิตศาสตร์กับการพัฒนาสุขภาพ
ชื่อนักศึกษา นางสาวพรพนา โยธารักษ์ รหัสนักศึกษา 58050119
นางสาวพรวิภา มีเคลือบ รหัสนักศึกษา 58050121
นางสาวศิริรัตน์ คงสังข์ รหัสนักศึกษา 58050156
ปริญญา วิทยาศาสตรบัณฑิต (คณิตศาสตร์ประยุกต์)
ภาควิชา คณิตศาสตร์
คณะ วิทยาศาสตร์
สถาบัน เทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (สจล.)
ปีการศึกษา 2561
อาจารย์ที่ปรึกษา ดร.บุษยมาส พิมพ์พรรณชาติ
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ผศ.ดร.วรางคณา กิ้มปาน

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการออกแบบเกมสำหรับผู้ที่ปั่นจักรยานอยู่กับที่ (Stationary bike) โดยออกแบบเกมคณิตศาสตร์ให้โปรแกรมสามารถบันทึกข้อมูลของผู้เล่นไปยัง database แบบออนไลน์ได้ และรูปแบบของเกมคณิตศาสตร์จะเป็นการบวกเลขมี 3 ด่าน ด่านแรกเป็นด่านบวกเลขหลักหน่วยที่ไม่เกิน 10 ด่านที่สองเป็นด่านบวกเลขที่น้อยกว่ากว่าหรือเท่ากับ 20 และด่านที่ 3 เป็นการปั่นแบบผ่อนคลายโดยผู้เล่นจะต้องปั่นให้ครบภายในระยะเวลา 30 นาที ในการออกแบบและพัฒนาเกมจะใช้โปรแกรมยูนิตี้3ดี ทั้งนี้การศึกษาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่หาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นกับตัวแปรตามนั้นตัวแปรต้นสามารถนำมาพยากรณ์ตัวแปรตามได้ แต่เนื่องจากข้อมูลที่ได้มาเป็นข้อมูลของผู้ที่ปั่นจักรยานทั่วไป จึงไม่สามารถนำแบบจำลองมาใช้กับผู้ที่ปั่นจักรยานอยู่กับที่ได้

คำสำคัญ: การพัฒนาสุขภาพ การวิเคราะห์แบบจำลอง เกมคณิตศาสตร์ โปรแกรมยูนิตี้3ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Title	Mathematical Game with Health Development
Students	Miss Pornpana Yotharak student ID 58050119
	Miss Pornwipa Meeklueb student ID 58050121
	Miss Sirirut Kongsang student ID 58050156
Degree	Bachelor of Science (Applied Mathematics)
Department	Mathematics
Faculty	Science
University	King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang (KMITL)
Academic Year	2018
Advisor	Dr. Busayamas Pimpunchart
Co-advisor	Asst.Prof.Dr. Warangkhana Kimpan

ABSTRACT

The purpose of our research to studied game designed for who are cycling by stationary bike. The mathematical game program designed to record player data to the database online and the form of the mathematical game is a plus number with 3 stages. The first stage is plus the digit number less than 10. The second stage is plus number that is less than or equal to 20. the final stage is a relaxed cycling by the player must complete within 30 minutes. In design and development of the game using the Unity 3D program. Moreover, we have studied of mathematical models that find relationships between the initial variables and the dependent variable. The initial variables can be predicted the dependent variable but the data obtained is that of cycling in general so that the model cannot be applied to those who are cycling by stationary bike.

Keyword: Health development, Math Games, Model analysis, Unity 3D program

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

หัวข้อปัญหาพิเศษนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณาจาก ดร.บุษยมาส พิมพ์พรรณชาติ อาจารย์ที่ปรึกษา และ ผศ.ดร.วรางคณา กิ้มปาน อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ที่ได้ให้คำเสนอแนะการใช้โปรแกรมในการเขียนเกม แนวคิดทางการศึกษาค้นคว้าหาความรู้ และตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ มาโดยตลอด จนปัญหาพิเศษฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์ ผู้ศึกษาจึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

และขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่ของสนามลู่ปั่นจักรยานเจริญมงคลจิต ที่มีความอนุเคราะห์ให้ผู้ศึกษาได้เข้าไปทำแบบสอบถามการปั่นจักรยานจากผู้ที่มาใช้บริการสนามลู่ปั่น ตลอดจนผู้ที่สละเวลามาทำแบบสอบถามทุกท่าน ขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

พรพนา โยธารักษ์
พรวิภา มีเคลือบ
ศิริรัตน์ คงสังข์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เรื่อง **หน้า**

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ก

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ข

กิตติกรรมประกาศ ..... ค

สารบัญ ..... ง

สารบัญตาราง ..... จ

สารบัญรูป ..... ฉ

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย 1

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย 1

1.4 แผนการดำเนินงาน 2

1.5 ขั้นตอนการศึกษา 2

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 3

บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 4

2.1 การพัฒนาสุขภาพและการพัฒนาสมองด้วยเกมคณิตศาสตร์ 4

2.2 เครื่องมือในการวิเคราะห์ 12

2.3 Game Engine 22

2.4 Firebase 26

บทที่ 3 การดำเนินงานและออกแบบระบบ 30

บทที่ 4 ผลการดำเนินงาน 56

บทที่ 5 การอภิปรายผลและข้อเสนอแนะ 66

เอกสารอ้างอิง 67

ภาคผนวก 69

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

1.1 ระยะเวลาการดำเนินงาน....2
2.1 ระบบไหลเวียนโลหิตและระบบหายใจ.... 5
2.2 ตารางเปรียบเทียบพารามิเตอร์ที่ใช้วัด.... 6
2.3 ผลการทดสอบก่อนและหลังของสองกลุ่ม.... 7
2.4 เปรียบเทียบค่าทางสถิติ.... 10
2.5 ตารางแสดงค่าก่อนและหลังการทดสอบ.... 10
2.6 ตารางแสดงผลของ 2x4 mixed ANOVA.... 11
2.7 ตารางแสดงผลการทดสอบทางสถิติ....12
3.1 ตารางการเก็บข้อมูลของเกมคณิตศาสตร์....34
4.1 จำนวนคนและร้อยละของอาการหลังการปั่นจักรยาน.... 58
4.2 แสดงผลการพยากรณ์ของสมการ.... 59
4.3 แสดงผลการพยากรณ์ของสมการ.... 60
4.4 แสดงผลการพยากรณ์ของสมการ.... 61
4.5 แสดงผลการพยากรณ์ของสมการ.... 62
4.6 แสดงผลการพยากรณ์ของสมการ.... 62
4.7 แสดงผลการพยากรณ์ของสมการ.... 63
4.8 ตารางแสดงค่าทางสถิติ.... 65

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ **หน้า**

2.1 จักรยานอยู่กับที่ 6
2.2 ขั้นตอนการสร้างแบบจำลอง 14
2.3 สัญญาลักษณ์โปรแกรม R 19
2.4 หน้าจอที่ป้อนคำสั่งต่างๆ ในหน้าจอนี้ 20
2.5 แต่ละส่วนของโปรแกรม R 21
2.6 การใช้คำสั่งนับจำนวนข้อมูล 21
2.7 การใช้คำสั่ง list 22
2.8 สัญญาลักษณ์โปรแกรม Unity3D 22
2.9 ส่วนประกอบของโปรแกรม Unity3D 24
2.10 รูปเกี่ยวกับโปรแกรม Unity3D 25
2.11 รูปเกี่ยวกับโปรแกรม Unity3D 25
2.12 การติดตั้งโปรแกรม 25
2.13 การติดตั้งโปรแกรม 26
2.14 หน้าแรกของ Firebase 26
2.15 Platforms ในการสร้าง Firebase 27
2.16 การสร้าง Project ใหม่ 27
2.17 การสร้าง Project 27
2.18 หน้าที่ให้เลือก Database บน Firebase 28
2.19 การตั้งค่าการเข้าถึงข้อมูล 28
2.20 การสร้าง Database บน Firebase 29
2.21 การทดลองเพิ่มข้อมูลบน Firebase 29
3.1 โมเดลคนปั่นจักรยาน 31
3.2 โจทย์เลขในเกม 31
3.3 แอปเปิ้ล 31
3.4 กล้วย 31
3.5 ลูกแพร 32
3.6 แผนภาพกิจกรรมทั้งหมดเกม 32
3.7 แผนภาพลำดับการทำงานของเกม 33
3.8 หน้าแรกของเกม 35
3.9 ดาวน์โหลดต้นไม้ 35
3.10 ดาวน์โหลดถนน 35
3.11 ดาวน์โหลดผลไม้ 36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

3.12 ดาวน์โหลดบ้าน 36
3.13 ออกแบบแผนที่ในเกม 36
3.14 ออกแบบแผนที่ในเกม 37
3.15 ออกแบบแผนที่ในเกม 37
3.16 แผนที่ในเกม 37
3.17 โมเดลบ้านในเกม 38
3.18 โจทย์เลขในเกม 38
3.19 จักรยานในเกม 38
3.20 โหลดโมเดลจักรยาน 39
3.21 มุมมองผู้เล่นในเกม 39
3.22 การกดหยุดในเกม 39
3.23 โค้ดประกาศตัวแปร 40
3.24 โค้ดเงื่อนไขการเคลื่อนที่ 40
3.25 โค้ดเงื่อนไขการเคลื่อนที่ 41
3.26 โค้ดตรวจสอบการชนวัตถุ 41
3.27 โค้ดตรวจสอบการชนวัตถุ 42
3.28 โค้ดสั่งให้ทำลายวัตถุเมื่อชน 42
3.29 โค้ดประกาศตัวแปร 43
3.30 โค้ดเงื่อนไขเกมจบ 43
3.31 โค้ดกำหนดคะแนนให้กับวัตถุ 44
3.32 โค้ดแสดงข้อมูลบนหน้าจอ 44
3.33 โค้ดหยุดเกมชั่วคราว 45
3.34 โค้ดประกาศตัวแปร 46
3.35 โค้ดส่งข้อมูลไปยัง Firebase 46
3.36 โค้ด ภาษา C# 47
3.37 การนำเข้า Packages ในโปรแกรม R 51
3.38 การนำข้อมูลเข้าโปรแกรม 52
3.39 การกำหนดตัวแปรในโปรแกรม R 52
3.40 การให้ข้อมูลอยู่ในรูปแบบ time serie 52
3.42 การหาค่าสหสัมพันธ์ 53
3.43 คำสั่งพล็อตกราฟ 53
3.44 การหาสมการโดยใช้ Multiple Regression Analysis 54
4.1 หน้าแสดงผลระยะเวลาการปั่น 56

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

4.2 จอแสดงผลการเล่นเกม 56
4.3 จอแสดงผลการเล่นเกม 57
4.4 จอแสดงผลการเล่นเกม 57
4.5 ข้อมูลถูกบันทึกที่ Firebase 58
4.6 แสดงการเปรียบเทียบระหว่างระยะทางจริงกับระยะทางพยากรณ์ 59
4.7 แสดงการเปรียบเทียบระหว่างระยะทางจริงกับระยะทางพยากรณ์ 60
4.8 แสดงการเปรียบเทียบระหว่างระยะทางจริงกับระยะทางพยากรณ์ 61
4.9 แสดงการเปรียบเทียบระหว่างระยะทางจริงกับระยะทางพยากรณ์ 62
4.10 แสดงการเปรียบเทียบระหว่างระยะทางจริงกับระยะทางพยากรณ์ 63
4.11 แสดงความสัมพันธ์ระยะทางจริงกับระยะทางพยากรณ์ 63

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันมีหลายสาเหตุที่ทำให้คนไทยเสียชีวิตหรือเจ็บป่วย ซึ่งมาจากโรคที่ไม่ติดเชื้อ และจากพฤติกรรมของมนุษย์เอง เช่น การสูบบุหรี่ ดื่มแอลกอฮอล สารเสพติด การรับประทานอาหาร เป็นต้น สิ่งเหล่านี้สามารถป้องกันได้ ด้วยการออกกำลังกาย การออกกำลังกายมีหลายรูปแบบ ซึ่งหนึ่งในนั้น คือ การออกกำลังกายด้วยการปั่นจักรยานอยู่กับที่ (Stationary bike)

ในปัญหาพิเศษฉบับนี้สนใจศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาสุขภาพ โดยนำเทคโนโลยีมาใช้ให้เกิดประโยชน์ และนำเกมคณิตศาสตร์เข้ามาร่วมกับการออกกำลังกาย เพื่อพัฒนาสุขภาพควบคู่กับการพัฒนาสมอง ทั้งนี้ยังได้ทำการเก็บข้อมูลผู้ที่ปั่นจักรยาน และนำมาวิเคราะห์หาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อพยากรณ์ระยะในการปั่นจักรยาน

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1.1.1 เพื่อออกแบบและพัฒนาเกมคณิตศาสตร์ให้บุคคลทั่วไปสามารถเล่นได้ และเข้าใจได้ง่าย

1.1.2 เพื่อให้เกมคณิตศาสตร์นี้สามารถพัฒนาทักษะการบวกเลขพร้อมกับการพัฒนาสุขภาพด้วยการปั่นจักรยานอยู่กับที่

1.1.3 การใช้ Multiple Regression ในการหาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อพยากรณ์ระยะทางที่เหมาะสมในการปั่นจักรยาน

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

ขอบเขตการออกแบบระบบ

- ใช้โปรแกรม Unity3D ในการออกแบบเกม และใช้ ภาษา C# ในการเขียนคำสั่งการทำงานในเกม
- เกมคณิตศาสตร์นี้ใช้สำหรับจักรยานอยู่กับที่ที่ออกแบบให้มีจอภาพ มีระบบเซนเซอร์จับรอบปั่น และปุ่มการเคลื่อนที่ซ้าย ขวา
- เกมสามารถบันทึกข้อมูลของผู้เล่นได้ เช่น ชื่อ นามสกุล อายุ เพศ ส่วนสูง น้ำหนัก เป็นต้น

ขอบเขตของการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

- หาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้น คือ อายุ ส่วนสูง น้ำหนัก จำนวนครั้งในการปั่นจักรยานต่อสัปดาห์ อัตราการเต้นของหัวใจ กับตัวแปรตาม คือ ระยะทางในการปั่น ภายในเวลา 30 นาที โดยกลุ่มตัวอย่างจากผู้ที่ปั่นจักรยานที่สนามลู่ปั่นเจริญสุขมงคลจิต
- การใช้แบบจำลองถดถอย Multiple Linear Regression ในการหาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์
-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 แผนการดำเนินงาน

ลำดับ	รายงาน	เดือน (พ.ศ. 2561-2562)						
		พ.ย. 61	ธ.ค. 61	ม.ค. 62	ก.พ. 62	มี.ค. 62	เม.ย. 62	พ.ค. 62
1	ศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	———	———					
2	ออกแบบเกม		———	———	———	———	———	
3	ออกแบบแบบจำลองทางคณิตศาสตร์			———	———	———	———	
4	ทดสอบเกมและทดสอบแบบจำลองทางคณิตศาสตร์						———	———
5	ตรวจสอบข้อผิดพลาด				———	———	———	———
6	สรุปและจัดทำรูปเล่ม		———	———	———	———	———	———

ตารางที่ 1.1 ระยะเวลาการดำเนินงาน

หมายเหตุ : ——— หมายถึง ระยะเวลา

1.5 ขั้นตอนการศึกษา

การศึกษาการสร้างและพัฒนาเกมมีการกำหนดขั้นตอนการดำเนินการ ดังนี้

1. ศึกษาโปรแกรม Unity3D
2. ออกแบบ GUI ของเกม
3. ออกแบบฉากในเกม
4. ทดสอบเกม
5. ตรวจสอบและแก้ไขข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้น
6. สรุปผล

การศึกษาการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์มีการกำหนดขั้นตอนการดำเนินการ ดังนี้

1. ศึกษา Multiple Linear Regression
2. ออกแบบเครื่องมือการเก็บข้อมูล
3. การวิเคราะห์ข้อมูล
4. ทดสอบแบบจำลองทางคณิตศาสตร์
5. สรุปผลแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.6.1 ได้รับความรู้เรื่องการวิเคราะห์ข้อมูล และการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

1.6.2 ได้รับความรู้เรื่องการออกแบบเกมสามมิติด้วย Unity3D และใช้ภาษา C# เพื่อกำหนดเงื่อนไขในเกม

1.6.3 ประยุกต์ใช้ระหว่างการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์และการวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์

1.6.4 สามารถช่วยพัฒนาสุขภาพพร้อมกับสมองของบุคคลทั่วไปได้

1.6.5 ได้รับความรู้เกี่ยวกับการเก็บข้อมูลเพื่อนำมาวิเคราะห์ทำแบบจำลองทางคณิตศาสต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยนี้กล่าวถึงงานวิจัยและทฤษฎีที่มีความเกี่ยวข้องกับการพัฒนาสุขภาพ เกมคณิตศาสตร์ในการพัฒนาสมอง การสร้างและพัฒนาเกมด้วยโปรแกรม Unity3D การวิเคราะห์ข้อมูล และการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

2.1 การพัฒนาสุขภาพและการพัฒนาสมองด้วยเกมคณิตศาสตร์

การพัฒนาสุขภาพ การที่บุคคลใดบุคคลหนึ่งมีสุขภาพที่แข็งแรงเป็นปัจจัยที่สำคัญประการหนึ่งที่ส่งเสริมให้บุคคลนั้นประสบความสำเร็จในด้านต่างๆ อาทิเช่น ด้านการศึกษา ด้านการทำงาน เป็นต้น เนื่องจากผู้มีสุขภาพแข็งแรงจะมีความสามารถทางร่างกาย จิตใจ และเวลามากกว่าคนที่ไม่แข็งแรง จึงอาจจะกล่าวได้ว่า การมีสุขภาพดีนั้นเป็นเรื่องที่คนทุกคนปรารถนา ดังพุทธสุภาษิตที่ว่า “อโรคา ปรมา ลาภา” ความไม่มีโรคเป็นลาภอันประเสริฐ ซึ่งการที่เราจะมีสุขภาพที่ดีได้นั้นไม่ได้เกิดขึ้นจากการขอพรจากสิ่งศักดิ์สิทธิ์ แต่สิ่งที่ทุกคนสามารถสร้างได้ด้วยตัวเอง คือการดูแลรักษาสุขภาพของตนเอง เช่น การพักผ่อนที่เพียงพอ รับประทานอาหารที่เป็นประโยชน์ หลีกเลี่ยงปัจจัยเสี่ยงต่างๆ และการออกกำลังกายอย่างสม่ำเสมอ เป็นต้น โดยเฉพาะการออกกำลังกายนั้นเป็นทั้งยาป้องกันโรค ยารักษาโรค และยาบำรุงอย่างดีที่ไม่ต้องใช้เงินเป็นจำนวนมากไปหาซื้อ ดังนั้นการออกกำลังกายจึงเป็นสิ่งสำคัญต่อคนทุกเพศทุกวัย

การออกกำลังกาย หมายถึง การประกอบกิจกรรมใดๆ ที่ทำให้ร่างกายหรือส่วนต่างๆ ของร่างกายเกิดการเคลื่อนไหว และมีผลให้ระบบต่างๆ ของร่างกายเกิดความสมบูรณ์ แข็งแรงและทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ในการออกกำลังกายต้องออกกำลังกายอย่างถูกต้อง ตามหลักการทางวิทยาศาสตร์ และการฝึกกีฬาจึงจะเกิดประโยชน์ ซึ่งประโยชน์ของการออกกำลังกายสามารถแบ่งได้ดังนี้

1. ด้านร่างกาย การออกกำลังกายจะทำให้อวัยวะและระบบต่างๆ ของร่างกายมีการเปลี่ยนแปลงและพัฒนาไปในทางที่ดีขึ้น ดังนี้

   1.1 ระบบกล้ามเนื้อ กล้ามเนื้อจะมีการเจริญเติบโตขึ้น ทำให้ขนาดของเส้นใยกล้ามเนื้อขยายใหญ่ขึ้น (Hypertrophy) และเป็นการเพิ่มความสามารถในการออกแรงด้วย ทำให้ประสิทธิภาพในการทำงานของกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น กล้ามเนื้อจะทำงานได้นานขึ้น เนื่องจากมีการใช้ออกซิเจนน้อย

   1.2 ระบบโครงร่าง ในขณะออกกำลังกายกระดูกจะถูกดึง ถูกบีบจากแรงกล้ามเนื้อ ซึ่งจะกระตุ้นให้กระดูกมีการเจริญเติบโตขึ้น ทั้งความกว้าง ความใหญ่ ความหนา และข้อต่อก็จะมีการเปลี่ยนแปลงให้เหมาะสมกับการทำงาน

   1.3 ระบบไหลเวียนโลหิตและระบบหายใจ การออกกำลังกายเป็นประจำทำให้ระบบไหลเวียนโลหิตและระบบหายใจทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพดังตารางที่ 2.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบไหลเวียนโลหิต	ระบบหายใจ
1. กล้ามเนื้อหัวใจมีขนาดเพิ่มขึ้น	1. ความสามารถในการจับออกซิเจนของร่างกาย (Maximum Oxygen uptake) มีค่าเพิ่มขึ้น
2. อัตราการเต้นของชีพจรในขณะพักลดลง รวมทั้งอัตราการเต้นของชีพจรขณะออกกำลังกายต่ำกว่าระดับสูงสุดช้าลง	2. การหายใจมีประสิทธิภาพมากขึ้น
3. การเพิ่มปริมาณเม็ดเลือดแดง และฮีโมโกบิน	3. ความจุชีพ(Vital capacity) เพิ่มขึ้น
4. ช่วยลดไขมันในเส้นเลือด	4. ทรวงอกขยายใหญ่ขึ้น กล้ามเนื้อที่เกี่ยวกับการหายใจแข็งแรงขึ้น ความยืดหยุ่นของปอดเพิ่มขึ้น
5. เพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานของหัวใจขณะพัก คือ อัตราการเต้นของหัวใจต่ำลง	5. ลดอันตรายของโรคที่เกี่ยวข้องกับระบบหายใจและระบบไหลเวียนโลหิต

ตารางที่ 2.1 ระบบไหลเวียนโลหิตและระบบหายใจ

2. ด้านจิตใจ การออกกำลังกายอย่างสม่ำเสมอ จะส่งผลทำให้เป็นคนที่มีบุคลิกที่มั่นคงสามารถปรับตัวเข้ากับสิ่งแวดล้อมได้ดี มีมนุษย์สัมพันธ์ที่ดีสามารถปรับตัวเมื่อได้รับความเครียดได้ดี มีความฉลาดทางอารมณ์ (EQ) ที่ในระดับดี

3. ด้านสติปัญญา นอกจากการออกกำลังกายมีผลต่อด้านจิตใจแล้ว ผู้ที่ออกกำลังกายอย่างสม่ำเสมอ จะมีความสามารถในการแก้ปัญหา มีความสามารถในการคิดอย่างสร้างสรรค์ มีความสามารถในการเรียนรู้ มีความสามารถในการปรับตัวเข้ากับเหตุการณ์ต่างๆได้ดี

4. ด้านสังคม การออกกำลังกายจะช่วยเพิ่มความมีวุฒิภาวะทางสังคม มีความฉลาดทางสังคม เนื่องการออกำลังกายเป็นกิจกรรมที่ส่งเสริมให้คนมีปฏิสัมพันธ์มากขึ้น จนนำไปสู่การพัฒนาทักษะทางสังคมที่ดี

การออกกำลังกายด้วยการปั่นจักรยานอยู่กับที่ (Stationary bike)

จักรยานอยู่กับที่ (Stationary bike) เป็นอุปกรณ์การออกกำลังกายที่ได้รับความนิยมอย่างมาก ในสถานที่ออกกำลังกาย ศูนย์ฟิตเนส หรือในบ้านพักอาศัย จึงมีการนำมาใช้กับการดูแลสุขภาพ เพื่อลดความเสี่ยงการเกิดอุบัติเหตุกับการออกไปปั่นจักรยานที่สาธารณะ และเนื่องจากเป็นอุปกรณ์ที่ไม่ต้องใช้พื้นที่เยอะ และไม่มีวิธีการติดตั้งที่ยุ่งยาก จักรยานอยู่กับที่สามารถใช้งานได้ทุกเวลา ทุกสภาพอากาศ มีคุณสมบัติสามารถใช้ได้แม้ในผู้ที่ขี่จักรยานปกติไม่เป็น สามารถปรับระดับความหนืดหรือปรับระดับแรงต้านทานได้ตามต้องการ และยังสามารถทำกิจกรรมยามว่างได้ขณะปั่นจักรยาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.1 จักรยานอยู่กับที่

การศึกษาการจัดทำการทดสอบการออกกำลังกายด้วยจักรยาน และบนลู่วิ่งเพื่อหาผลต่อความสมดุลและความสามารถในการเดินของสตรีสูงอายุโดยผู้สูงอายุ 65 ปีขึ้นไป จำนวน 24 คน ได้จัดกลุ่มให้เป็นกลุ่มออกกำลังกายด้วยการปั่นจักรยาน และกลุ่มเดินบนลู่วิ่ง โดยออกกำลังกายครั้งละ 20 นาที 3 ครั้งต่อสัปดาห์ เป็นเวลา 8 สัปดาห์ เพื่อทดสอบระยะทางและเวลาการเดินที่วัดเป็นพารามิเตอร์ของความสามารถในการเดิน และเพื่อทดสอบความสมดุลของการเคลื่อนที่ การศึกษากลุ่มตัวอย่างคือสตรีวัยสูงอายุเกิน 65 ปีขึ้นไป ที่ไม่มีประวัติหกล้มมาก่อนการศึกษาหนึ่งปี ไม่มีโรคเฉพาะที่อาจมีผลต่อประสิทธิภาพการทำงานของร่างกาย ไม่มีความบกพร่องทางการมองเห็นหรือการได้ยินและไม่มีปัญหาอวัยวะในช่องหู

	จักรยานอยู่กับที่	ลู่วิ่งไฟฟ้า
อายุ (ปี)	69.1±3.3	68.1±2.5
ความสูง (ซม.)	159.5±4.3	159.8±3.6
น้ำหนัก (กก.)	57.3±5.1	56.4±4.5

Mean±SD

ตารางที่ 2.2 ตารางเปรียบเทียบพารามิเตอร์ที่ใช้วัด

จักรยานอยู่กับที่ไม่มีแรงต้าน ในคณะที่ลู่วิ่งเริ่มจาก 0.1 กม./ชม. ไปจนถึงความเร็วในการเดินสูงสุดที่ยังสามารถเดินได้ โดยใช้เวลา 20 นาที การประเมินความสมดุลจะใช้การวัดระดับความสมดุล (Berg balance scale: BBS) ก่อนและหลังการออกกำลังกาย ในการวัดระยะและเวลาในการเดินด้วยเครื่อง AP1105 (GaitRite CIR, USA) เพื่อวัดความสามารถในการเดิน การคำนวณกลุ่มค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ใช้โปรแกรม SPSS สำหรับ Windows (รุ่น 18.0) เพื่อวิเคราะห์ข้อมูล การทดสอบ t-test คู่ใช้เพื่อการทดสอบความแตกต่างก่อนและหลัง และทำการทดสอบ t-test อิสระเพื่อตรวจสอบความแตกต่างระหว่างกลุ่มทั้งสองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $\alpha = 0.05$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลังจากการทดสอบ พบว่า BBS และระยะก้าวเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) และระยะเวลาที่ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) ของทั้งสองกลุ่ม การเปรียบเทียบ BBS หลังจากการทดสอบระหว่างสองกลุ่มพบว่ากลุ่มจักรยานอยู่กับที่มีอัตราการเพิ่มขึ้นสูงกว่า กลุ่มลู่วิ่ง ($p < 0.05$)

ตัวแปร	กลุ่ม	ก่อน	หลัง
ระยะก้าว	จักรยานอยู่กับที่	41.1±7.8	47.3±7.0[a]
	ลู่วิ่ง	42.5±9.3	48.5±6.8[a]
เวลาก้าว	จักรยานอยู่กับที่	0.7±0.1	0.6±0.1[a]
	ลู่วิ่ง	0.7±0.1	0.6±0.1[a]
BBS (ค่า)	จักรยานอยู่กับที่	42.4±1.9	48.0±2.8[ab]
	ลู่วิ่ง	42.6±2.0	45.6±2.4[ab]

[a] ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างการทดสอบก่อนและหลังการทดสอบ, [b] ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างจักรยานอยู่กับที่และลู่วิ่งหลังการทดสอบ

ตารางที่ 2.3 ผลการทดสอบก่อนและหลังของสองกลุ่ม

เพื่อทดแทนความสมดุลที่ลดลงและความคงที่ในการเดิน ผู้สูงอายุลดจังหวะและระยะก้าว เพื่อเพิ่มการรองรับและลดความเร็วในการเดิน เป็นผลทำให้ผู้สูงอายุมีความเสี่ยงต่อการหกล้มที่พบมากในผู้หญิงสูงอายุกว่ากลุ่มอื่นๆ

ในการศึกษานี้ทั้งสองกลุ่มมีลักษณะทางกายภาพที่คล้ายคลึงกันก่อนเริ่มเข้ารับการรักษา หลังจากออกกำลังกายเป็นเวลา 8 สัปดาห์กลุ่มจักรยานอยู่กับที่ พบว่ามีความสมดุลดีขึ้นเมื่อเทียบกับกลุ่มลู่วิ่ง และระยะก้าวก็เพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัด โดยเฉพาะอย่างยิ่งค่า BBS กลุ่มจักรยานอยู่กับที่สูงกว่า ในกลุ่มลู่วิ่ง ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการออกกำลังกายแบบจักรยานอยู่กับที่มีประสิทธิภาพมากขึ้นในการปรับปรุงความสมดุลของผู้สูงอายุมากกว่าการออกกำลังกายแบบลู่วิ่ง ค่า BBS เป็นตัวชี้วัดความสมดุลการเคลื่อนที่และ Thorbahn และคณะรายงานว่าค่า BBS <45 แสดงถึงความเสี่ยงที่จะหกล้ม ในการศึกษานี้การเคลื่อนไหวน้ำหนักส่วนขาและความคงที่ของการออกกำลังกายแบบจักรยานอยู่กับที่มีผลต่อค่า BBS ของผู้สูงอายุ ผลลัพธ์นี้สอดคล้องกับ Englund et al ผู้ที่แสดงให้เห็นว่าการออกกำลังกายที่ซับซ้อนผ่านการเคลื่อนไหวของน้ำหนักทำให้ได้ค่า BBS เพิ่มขึ้น พบว่ากลุ่มจักรยานอยู่กับที่มีค่า BBS ดีกว่ากลุ่มลู่วิ่ง เพราะการออกกำลังกายแบบปั่นจักรยานเป็นการออกกำลังกายที่สมดุลบนอานจักรยานที่แคบเมื่อเทียบกับลู่วิ่ง ซึ่งต้องใช้น้ำหนักการเคลื่อนที่ที่คงที่ 2 ฟุต นอกจากนี้ในการปั่นจักรยานน้ำหนักของการเคลื่อนไหวด้านขวาและด้านซ้ายของส่วนล่างซึ่งในศูนย์กลางของมวลขึ้นอยู่กับอานมีผลต่อการเคลื่อนที่ของกระดูกเชิงกรานด้านข้างมากกว่าการเดินบนลู่วิ่ง การเพิ่มขึ้นของการเคลื่อนไหวเกี่ยวกับกระดูกเชิงกรานในสตรีสูงอายุที่ตามมามีผลต่อความสมดุลของพวกเขา

การพัฒนาสมองด้วยเกมคณิตศาสตร์ ซึ่งมีหลายบทความที่ยกมาอธิบายดังนี้

จาก Francesca Gottschalk Consultant, Directorate for Education and Skills, OECD กล่าวว่า ตัวเลขเป็นสิ่งทั่วไปและเผชิญหน้ากับเราอย่างต่อเนื่องในชีวิตประจำวัน ในความเป็นจริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวเลขอยู่ทั่วไปทุกหนทุกแห่งที่เราคำนวณคณิตศาสตร์ขั้นพื้นฐานทุกวันโดยไม่ได้ตระหนักถึงมันเมื่อเรามองไปที่การดูเวลาบนนาฬิกา หรือแม้กระทั่งเมื่อเราตรวจสอบปฏิทินเพื่อวางแผนสัปดาห์ข้างหน้า อ้างอิงจาก เอกสารการศึกษาฉบับใหม่เรื่อง “ประสาทวิทยาความรู้ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์และการเรียนรู้” สำรวจพัฒนาการของความรู้ความเข้าใจเชิงตัวเลขและอธิบายว่าการนับเป็นทักษะที่เกิดขึ้นโดยธรรมชาติซึ่งมีอยู่ในตัวมนุษย์ตั้งแต่แรกเกิดและได้รับการปรับปรุงอย่างต่อเนื่องผ่านการศึกษาอย่างเป็นทางการ การวิจัยชี้ให้เห็นว่าเด็กทารกอายุน้อยกว่าหนึ่งวันสามารถตัดสินว่าวัตถุมีปริมาณต่างกันหรือไม่ และเมื่ออายุหกเดือนทารกมักมีความสามารถในการแยกแยะวัตถุได้สามหรือสี่อย่าง จากนั้นก็ผ่านการเรียนรู้ว่าเด็กเรียนรู้หลักการพื้นฐานเชิงตัวเลขเช่นรายการการเพิ่มและลบและความสามารถในการประมวลผลเหล่านี้จะเกิดขึ้นอัตโนมัติเมื่อใช้สมองเป็นประจำ (เช่นความสนใจและความทรงจำในการทำงาน) กับงานเชิงตัวเลขที่ซับซ้อนมากขึ้น

วิธีหนึ่งที่ทำให้เราสามารถเห็นพัฒนาการทักษะการคิดเลขโดยธรรมชาติคือการเรียนรู้ภาษากับคณิตศาสตร์ควบคู่กันไปด้วย ในวัฒนธรรมการอ่านตัวเลขสัญลักษณ์และการนับเป็นส่วนสำคัญในการเรียนรู้ฟังก์ชันคณิตศาสตร์ที่ซับซ้อนขึ้น วัฒนธรรมการศึกษายังมีการพัฒนาระบบการค้าขายและการนับที่แตกต่างกันทำให้พวกเขาสามารถวัดปริมาณวัตถุและดำเนินการทางคณิตศาสตร์ขั้นพื้นฐาน นักวิจัยชาวฝรั่งเศส Pierre Pica ผู้ใช้เวลาในการตรวจสอบกลุ่ม Amazonian รายงานว่าแม้ว่ากลุ่มเหล่านี้จะไม่รู้หนังสือและไม่สามารถนับได้ แต่ก็ยังมีระบบการค้าขายแบบพื้นฐานและระบบประมาณ สิ่งนี้แสดงให้เห็นความเป็นสากลของระบบคณิตศาสตร์ขั้นพื้นฐานในสมองของมนุษย์และความสำคัญของการพัฒนาควบคู่กับคณิตศาสตร์ขั้นสูงและทักษะการรู้หนังสือ เพื่อที่จะดำเนินการทางคณิตศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ จาก ERIN DIGITALE Erin Digitale is the pediatrics science writer for the medical school’s Office of Communication & Public Affairs. กล่าวว่า คณิตศาสตร์พัฒนาสมองได้อย่างไร โดยบทความวิจัยของนักวิจัยจากโรงเรียนการแพทย์มหาวิทยาลัยสแตนฟอร์ดได้แสดงให้เห็นว่าบทเรียนคณิตศาสตร์แค่ปีเดียวมีความเกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงอย่างไม่คาดคิด ในแนวทางในการแก้ปัญหาของสมองและการเปลี่ยนแปลงเหล่านี้สามารถมองเห็นจากการสแกนสมองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่สองและสาม การศึกษาพบว่าวิธีการทำงานของสมองแตกต่างเมื่อหนึ่งปีถัดมา "ส่วนของสมองไม่ได้เปลี่ยนไปแต่มันเป็นสิ่งที่พวกเขาตอบสนองต่องานทางคณิตศาสตร์ที่ง่ายและซับซ้อนเปลี่ยนไป" Menon กล่าว "การทำวิจัยชนิดนี้ทำให้เราสามารถตรวจสอบพื้นฐานทางประสาทของการได้รับทักษะอย่างแม่นยำมากขึ้น"

ผลการวิจัยใหม่ ๆ สร้างขึ้นจากผลการศึกษาล่าสุดจากห้องปฏิบัติการ Menon ซึ่งตีพิมพ์ใน Science Developmental ที่สำรวจว่าสมองของเด็กเปลี่ยนแปลงไปอย่างไรเมื่อใช้กลยุทธ์ที่ซับซ้อนมากขึ้นในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ การศึกษาครั้งนี้แบ่งกลุ่มนักเรียนระดับประถมศึกษาปีที่ 2 และ 3 เป็นกลุ่มตามวิธีที่พวกเขาใช้ในการแก้ปัญหาโดยการนับนิ้วบนนิ้วมือและใช้ข้อมูลจากความจำและเปรียบเทียบสมองของเด็กที่ใช้วิธีการต่างกัน "เราต้องการทราบว่ารูปแบบการเปลี่ยนแปลงของสมองเปลี่ยนไปอย่างไรเนื่องจากเด็ก ๆ มีความสามารถทางคณิตศาสตร์มากขึ้นและมีความรู้ลึกขึ้น" Menon กล่าว เป็นสิ่งสำคัญโดยเฉพาะอย่างยิ่งที่จะมองไปที่ช่วงเวลาเล็ก ๆ เช่นช่วงเวลาหนึ่งปีของการศึกษา ผลการศึกษาล่าสุดได้ศึกษาเด็ก 90 คนที่ได้รับคัดเลือกจากโรงเรียนต่างๆ ครึ่งหนึ่งจบชั้น

เอกสารนี้ถูกจัดทำขึ้นเพื่อการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ทำซ้ำ ดัดแปลง เผยแพร่ หรือนำไปใช้ประโยชน์ทางการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น โดยไม่ได้รับอนุญาตเป็นลายลักษณ์อักษรจากผู้เขียน

ประถมศึกษาปีที่สอง อีกครึ่งหนึ่งจบชั้นประถมศึกษาปีที่สาม เด็กทุกคนมีสติปัญญาปกติและมีคะแนนเหตุผลทางคณิตศาสตร์ระหว่างร้อยละ 25 และ 98 เด็กได้รับการทดสอบความสามารถพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ ความสามารถในการอ่านและความจำในการทำงาน จากนั้นพวกเขามีการสแกนสมองด้วยการถ่ายภาพด้วยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าทำงานในขณะที่พวกเขาได้รับงานสี่งาน คือ การบวกซับซ้อนและการบวกแบบง่าย ควบคุมทั้งสองการทดสอบ การบวกที่ซับซ้อนยังมีปัญหาหนึ่งคือหมายเลขในการบวกช่วงจาก 2 ถึง 9 และช่วงอื่นอีกจาก 2 ถึง 5 (เช่น 7 + 2 = 9) การบวกแบบง่ายที่เป็นปัญหาหนึ่งที่เป็นตัวเลข 1 (เช่น 5 + 1 = 7) เด็กถูกถามเพื่อระบุว่าผลรวมที่เห็นในเครื่องสแกนเนอร์ถูกต้องหรือไม่ถูกต้อง นักวิทยาศาสตร์พบว่าเด็กในชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 แสดงปฏิกิริยาตอบสนองของสมองที่แตกต่างกันมากระหว่างปัญหาที่ซับซ้อนและง่าย พวกเขาพบการเปลี่ยนแปลงที่สำคัญในการตอบสนองของสองส่วนสำคัญของสมองกับปัญหาประเภทต่างๆที่เกิดขึ้น การตอบสนองต่อปัญหาที่ซับซ้อนมากได้เกิดขึ้นในสมองของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ในสมองส่วน dorsolateral prefrontal cortex ซึ่งเป็นส่วนที่หน้าที่รับผิดชอบในการจัดการข้อมูลในหน่วยความจำในการทำงานและในเยื่อหุ้มสมองภายในซึ่งเป็นพื้นที่สมองข้างหลังที่จำเป็นสำหรับการแทนจำนวนเชิงตัวเลข จากการกล่าวมา อาจสรุปได้ว่าเมื่อสมองมีการทำงานซ้ำๆ หรือการบวกเลขเป็นประจำสมองจะทำงานได้ดีขึ้นเมื่อเจอตัวเลขนั้นๆ

จากการศึกษาวิจัย เรื่อง ผลของการออกกำลังกายแบบแอโรบิคและการเล่นเกม ที่เกี่ยวกับประสิทธิภาพความรู้ความเข้าใจ (The Effects of Aerobic Exercise and Gaming on Cognitive Performance) จาก Journal of Human Kinetics โดยศึกษาผลของการเล่นวีดีโอเกม การออกกำลังกายโดยการปั่นจักรยาน และการเล่นวีดีโอเกมกับการออกกำลังกายทั้งสองอย่างพร้อมกัน เพื่อทดสอบประสิทธิภาพความรู้ความเข้าใจ เช่น การเลือกสนใจ(Selective attention) ความเร็วในการประมวลผล(Processing speed) หน้าที่บริหาร(executive functioning) โดยการทดสอบแบบสุ่มจำนวน 40 คน มีอายุเฉลี่ย 23.7 ± 1.8 ปี โดยเงื่อนไขคือใช้เวลา 30 นาที ในการเล่นวีดีโอเกม การปั่นจักรยาน การเล่นวีดีโอเกมและการปั่นจักรยานพร้อมกัน มีการควบคุมโดยมีเงื่อนไขดังนี้

เงื่อนไขการออกกำลังกาย คือ ปั่นจักรยานเป็นเวลา 30 นาที โดยปั่นจักรยานที่ความเข้มข้น 60% - 70% ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด (อัตราการเต้นของหัวใจสูงสุดเท่ากับ 220 - อายุ)

เงื่อนไขการเล่นวีดีโอเกม โดยเล่นเกม Brain Age เพื่อทดสอบสมอง บน Nintendo 3DS เป็นเวลา 30 นาที โดยใช้เกมคำนวณ ผู้ทดสอบจะต้องตอบคำถามทั้งหมด 100 คำถาม มีการบวก การลบ และการคูณ จุดประสงค์ของเกมเพื่อวัดประสิทธิภาพความรู้ความเข้าใจ

เงื่อนไขการออกกำลังกายและการเล่นวีดีโอเกมพร้อมกัน ผู้ทดสอบปั่นจักรยาน Monarch 818E Lower Body Ergometer ในขณะที่เล่มเกม Brain Age เป็นเวลา 30 นาที และมีเงื่อนไขตามการออกกำลังกาย

การวิเคราะห์ ทำการวิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้ SPSS สำหรับ Windows เพื่อทดสอบสมมติฐาน จะใช้ 2x4 mixed ANOVA สำหรับแต่ละการทดสอบ(Stroop Color and Word และ Oral Trial B) กับเวลา (ทั้งเงื่อนไขก่อนและหลังการทดสอบ) มี 4 ตัวแปรที่เป็นผลหลัก ใช้ระดับของ $p < 0.05$ สำหรับทุกคนการเปรียบเทียบทางสถิติ ผลที่ได้คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 1

Characteristics of participants in each group

	Control	Bike	Game	Bike & Game
Age (years)	23.7 ± 1.9	23.1 ± 2.1	24.2 ± 2.3	23.9 ± 1.0
Body Height (cm)	171.5 ± 7.1	175.3± 9.3	170.7 ± 13.2	169.5 ± 8.5
Body Mass (kg)	73.0 ± 7.5	69.8 ± 9.7	68.2 ± 8.5	71.6 ± 15.2

Values are given as mean ± standard deviation

ตารางที่ 2.4 เปรียบเทียบค่าทางสถิติ

แต่ละกลุ่มไม่ได้มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญสำหรับลักษณะใดๆ อ้างอิงจากการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว (ANOVA)

Table 2

Pre and Posttest Scores for Stroop and Oral Trails B Tests

	Word	Color	Color-Word	Oral Trails B
Pre Control	52.2 ± 11.0	52.7 ± 10.3	54.3 ± 11.2	44.4 ± 12.2
Post Control	55.2 ± 12.5	54.6 ± 12.3	57.1 ± 10.2	50.2 ± 12.0
Pre Bike	48.0 ± 7.7	49.7 ± 8.7	51.5 ± 8.4	52.3 ± 13.6
Post Bike	54.2 ± 10.8	55.8 ± 10.8	58.3 ± 9.4	49.8 ± 17.9
Pre Game	50.5 ± 10.1	50.7 ± 8.4	55.0 ± 9.1	46.0 ± 14.5
Post Game	55.2 ± 11.2	53.0 ± 9.7	58.1 ± 10.1	50.8 ± 13.2
Pre Bike & Game	49.7 ± 3.8	52.7 ± 8.2	54.8 ± 10.0	50.6 ± 15.1
Post Bike & Game	56.2 ± 6.1	56.1 ± 8.7	57.1 ± 8.8	57.1 ± 7.1

Values are given as mean ± standard deviation
Stroop Scores are presented as T- scores
Oral Trial B Scores are in seconds

ตารางที่ 2.5 ตารางแสดงค่าก่อนและหลังการทดสอบ

ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่า T - score ของการทดสอบ Stroop Color and Word และคะแนนการทดสอบ Oral Trial B ทั้งก่อนและหลังการทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 3

Results of 2 x 4 Mixed ANOVA for Main and Interaction Effects

Dependent Variable	Main Effect of Time	Main Effect of Condition	Interaction Effect (Time x Condition)
Word	$p = 0.001$†	$p = 0.935$	$p = 0.296$
Color	$p = 0.001$†	$p = 0.938$	$p = 0.201$
Color-Word	$p = 0.001$†	$p = 0.982$	$p = 0.390$
Oral Trails B	$p = 0.043$*	$p = 0.645$	$p = 0.250$

** Denotes a significant difference between pre and post test scores at $p < 0.05$*

† Denotes a significant difference between pre and post test scores at $p < 0.01$

ตารางที่ 2.6 ตารางแสดงผลของ 2x4 mixed ANOVA

ผลของ 2x4 mixed ANOVA สำหรับการทดสอบ Stroop Color and Word และ Oral Trial B ผลการทำงานร่วมกัน (เวลา × เงื่อนไข) ผลการทดสอบของเงื่อนไขไม่มีผลสำหรับ Stroop Color and Word หรือ Oral Trials B ผลการทดสอบของเวลามีนัยสำคัญสำหรับ Word ที่ $F_{1, 36} = 51.58$, $p = 0.001$ Color ที่ $F_{1, 36} = 21.27$, $p = 0.001$ และ Color-Word ที่ $F_{1, 36} = 13.68$, $p = 0.001$ ผลการทดสอบของเวลาก็มีนัยสำคัญสำหรับการทดสอบ Oral Trial B ที่ $F_{1, 36} = 4.40$, $p = 0.043$

เพื่อทำการทดสอบสมมติฐานร่วมกันของการออกกำลังกายและการเล่นเกมพร้อมกันจะส่งผลให้ CP(Cognitive Performance) มากกว่าการเล่นเกมหรือการออกกำลังกายแบบแอโรบิคเพียงอย่างเดียว การเปรียบเทียบผลอย่างง่ายถูกดำเนินการเมื่อมีความสำคัญผลการทดสอบสำหรับเวลา (ทั้งก่อนและหลังการทดสอบ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 4

Post Hoc Comparisons for Main Effect of Time with Paired t-tests corrected with Bonferroni

Pre to Post	Bike	Game	Control	Bike & Game
Word	$p = 0.004$†	$p = 0.012$*	$p = 0.421$	$p = 0.008$†
Color	$p = 0.020$*	$p = 0.436$	$p = 0.448$	$p = 0.368$
Color-Word	$p = 0.001$†	$p = 0.900$	$p = 0.576$	$p = 0.900$
Oral Trails B	$p = 0.424$	$p = 0.315$	$p = 0.200$	$p = 0.400$

* *Denotes a significant difference between pre and post test scores at* $p < 0.05$

† *Denotes a significant difference between pre and post test scores at* $p < 0.01$

ตารางที่ 2.7 ตารางแสดงผลการทดสอบทางสถิติ

การเปรียบเทียบหลังการทดสอบ แต่ละเงื่อนไขการจับคู่ของ t-test กับ Bonferroni ในเงื่อนไขการปั่นจักรยานมีการปรับปรุง จากก่อนการทดสอบและหลังการทดสอบ ใน Stroop Word (ความสนใจและความเร็วในการประมวลผล)

ที่ p = 0.004 Color (ความสนใจและความเร็วในการประมวลผล) ที่ p = 0.020 Stroop Color and Word ที่ p = 0.001 การปรับปรุงที่สำคัญใน Stroop Word ที่บันทึกในเกม (p =0.012) และปั่นจักรยานกับเกมร่วมกัน (p = 0.008) จะพบว่าการทดสอบ Oral Trail B ไม่ได้มีความสำคัญกับเงื่อนไขต่างๆ

2.2 เครื่องมือในการวิเคราะห์

2.2.1 การวิเคราะห์ (Analysis)

การวิเคราะห์ข้อมูล (Data Analysis) เป็นการจัดระเบียบแยกแยะส่วนต่าง ๆ ของหลักฐานหรือข้อมูลที่ได้ออกเป็นหมวดหมู่ เพื่อหาคำตอบตามความมุ่งหมาย และตามสมมติฐานที่ได้กำหนดไว้ การวิเคราะห์ข้อมูลนี้เป็นขั้นการทำงานที่ต่อเนื่องมาจากการวัด การนับ และจัดเรียงลำดับข้อมูล ส่วนใหญ่เป็นเรื่องเกี่ยวกับการนำเอาวิธีการทางสถิติมาวิเคราะห์หาค่าตัวแปรหรือหาลักษณะของตัวแปร ผู้วิจัยจะต้องวางแผนและเตรียมการณ์ล่วงหน้าตั้งแต่เริ่มทำการวิจัยโดยมีข้อแนะนำในการวิเคราะห์ดังนี้

1. กลับไปอ่านจุดมุ่งหมายหรือข้อความที่เป็นปัญหาจนแจ่มแจ้งก่อน
2. ดูแต่ละหัวข้อปัญหาว่าต้องการข้อมูลประเภทใด และจะใช้วิธีการสถิติอะไร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. สถิติเหล่านั้นหาได้หรือไม่จากข้อมูล เพื่อไปแก้ปัญหาจากจุดมุ่งหมายแต่ละข้อ

4. เลือกข้อมูลที่ได้มา นำมาจัดเป็นหมวดหมู่ แบ่งตามเนื้อหาของปัญหาแต่ละข้อ

5. คำนวณค่าสถิติให้ตรงตามหัวข้อปัญหาที่จะตอบ

6. แปลความหมายของข้อมูลเป็นระยะๆ

7. นึกถึงรูปร่างของตารางที่จะเสนอ ลักษณะควรย่อ สั้น แต่บรรยายความได้มาก

8. ถ้าข้อมูลจัดเสนอเป็นกราฟชนิดต่าง ๆ ก็ต้องหาวิธีการทำให้เข้าใจได้ง่ายที่สุดอย่าให้ซับซ้อน

อย่างไรก็ตาม การวิเคราะห์ข้อมูลใด ๆ มักไม่พ้นการใช้วิธีการทางสถิติ ดังนั้นในการวิเคราะห์ข้อมูล ควรมีขั้นตอนในการดำเนินการ ดังนี้

ขั้นตอนในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. จัดหรือแยกประเภทข้อมูลที่จะศึกษาออกเป็นหมวดหมู่ เพื่อสะดวกและง่ายต่อการที่จะนำไปวิเคราะห์ต่อไป รวบรวมและจดบันทึกข้อมูลลงในกระดาษที่ได้เตรียมไว้

2. ทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยเลือกใช้เทคนิคต่าง ๆ ให้เหมาะสมกับลักษณะของข้อมูลและระดับของข้อมูลที่นำมาศึกษาและสามารถตอบคำถามตามจุดมุ่งหมายการวิจัยที่ตั้งไว้

3. เสนอผลการวิเคราะห์ที่ได้ โดยพยายามเสนอให้มีความแจ่มชัดและเข้าใจง่าย ซึ่งนิยมเสนอในรูปตารางหรือแผนภูมิ

4. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล เป้าหมายหลักในการดำเนินการวิจัย คือ การศึกษาหาข้อสรุปเกี่ยวกับคุณลักษณะของประชากร การที่จะบรรลุเป้าหมายนี้ได้ โดยหลักการควรศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากประชากร แต่เป็นการยากมากหรือในบางครั้งอาจเป็นไปไม่ได้ตามหลักการดังกล่าว ในทางปฏิบัติงานวิจัย จึงใช้วิธีการศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งทำหน้าที่เป็นตัวแทนของประชากรนั้น ๆ การวิเคราะห์ข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างจึงเป็นการหาค่าคุณลักษณะประจำกลุ่มตัวอย่างนั้น แล้วจึงใช้ค่าสถิติของกลุ่มตัวอย่างไปประมาณค่าคุณลักษณะของประชากร โดยการทดสอบสมมติฐานและการสรุปอ้างอิง

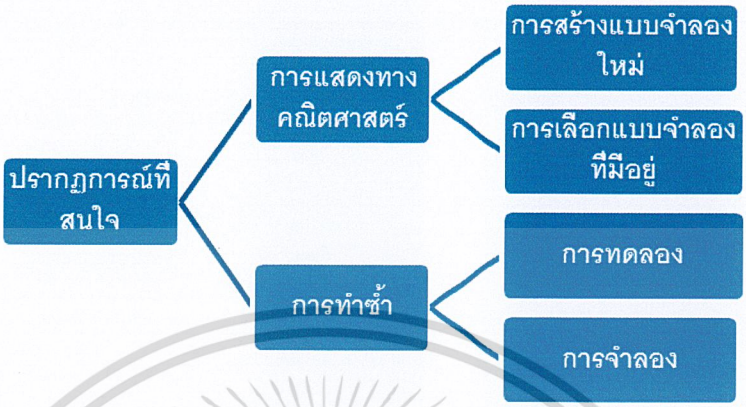
2.2.2 Math Modeling

การกำหนดแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เป็นตัวแบบทางคณิตศาสตร์ที่ออกแบบมาเพื่อศึกษาระบบความเป็นจริงของโลกหรือปรากฏการณ์โดยมีกราฟิก, สัญลักษณ์, การจำลองและการทดลอง โครงสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์จะมีความแตกต่างกันโดยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่มีอยู่ซึ่งสามารถอธิบายปรากฏการณ์โลกแห่งความเป็นจริงบางอย่างได้และใช้เพื่อการศึกษา จากนั้นจะมีแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ถูกสร้างขึ้นเพื่อการศึกษาในสิ่งที่เราสนใจ (รูปที่ 2.2) แสดงความแตกต่างระหว่างโมเดลนี้ เริ่มต้นจากปรากฏการณ์ในโลกแห่งความเป็นจริงทางคณิตศาสตร์โดยการสร้างแบบจำลองใหม่หรือเลือกโมเดลที่มีอยู่ ในทางกลับกันเราสามารถทำซ้ำปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นได้โดยการทดลองหรือการจำลอง

การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์โดยมีเงื่อนไขต่างๆอาจจะซับซ้อนและยากในการวิเคราะห์หรือมีการแก้รูปแบบด้วยเหตุนี้ความซับซ้อนอาจเกิดขึ้นตัวอย่าง เช่น เมื่อพยายามใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ หาประโยชน์ในเชิงการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบจำลองที่กำหนดโดยระบบสมการเชิงอนุพันธ์หรือระบบสมการพีชคณิตไม่เชิงเส้น หรือปัญหาอาจมีขนาดใหญ่ (ในแง่ของจำนวนปัจจัยที่เกี่ยวข้อง) ที่เป็นไปไม่ได้



รูปที่ 2.2 ขั้นตอนการสร้างแบบจำลอง

การนำข้อมูลที่จำเป็นทั้งหมดมาอยู่ในรูปแบบทางคณิตศาสตร์ เช่น การคาดการณ์ผลกระทบระดับโลกของการมีปฏิสัมพันธ์ของประชากร การใช้ทรัพยากรและมลพิษเป็นตัวอย่างของสถานการณ์ที่เป็นไปไม่ได้ดังกล่าว ในกรณีเช่นนี้เราอาจจะจำลองการทำงานซ้ำโดยการทดลองต่างๆ จากนั้นเราจะรวบรวมข้อมูลจากข้อมูลเหล่านี้และวิเคราะห์ข้อมูลบางอย่างซึ่งอาจใช้เทคนิคทางสถิติหรือขั้นตอนการปรับเส้นโค้ง จากการวิเคราะห์ทำให้เราสามารถบรรลุข้อสรุปได้

ในกรณีอื่นๆ เราอาจพยายามทำซ้ำพฤติกรรมทางอ้อม เราอาจใช้อุปกรณ์อนาล็อกเช่น กระแสไฟฟ้ากระแสสลับเพื่อจำลองระบบเครื่องกล เราอาจใช้แบบจำลองแบบปรับขนาดลง เช่น แบบจำลองที่ปรับขนาดของเครื่องบินเจ็ทในอุโมงค์ลม หรือเราอาจพยายามที่จะทำซ้ำพฤติกรรมในคอมพิวเตอร์แบบดิจิทัลตัวอย่างเช่น การจำลองผลกระทบทั่วโลกของการปฏิสัมพันธ์ของประชากรการที่ใช้ทรัพยากรและมลพิษหรือจำลองการทำงานของระบบลิฟต์ในช่วงชั่วโมงเร่งด่วนตอนเช้า

ความแตกต่างระหว่างประเภทของแบบจำลองต่างๆ ดังที่แสดงในรูปที่ 2.2 เป็นเพียงกรณีของการอภิปรายเท่านั้น ยกตัวอย่างเช่นความแตกต่างระหว่างการทดลองและการจำลอง ขึ้นอยู่กับว่าการสังเกตการณ์ทางตรง(การทดลอง) หรือทางอ้อม(แบบจำลอง) ในรูปแบบการปฏิบัตินี้ยังไม่เห็นความแตกต่างกันมาก แบบจำลองต้นแบบหนึ่งอาจใช้โมเดลหลายแบบเป็นแบบร่างย่อย รวมทั้งการเลือกจากโมเดลที่มีอยู่หรือการจำลองและการทดลอง อย่างไรก็ตามข้อมูลที่ใช้จะแสดงถึงความแตกต่างของแบบจำลองเหล่านี้และเปรียบเทียบความสามารถต่างๆสำหรับการวาดภาพในโลกแห่งความจริง

พิจารณาคุณสมบัติต่อไปนี้ของแบบจำลอง

- ความถูกต้อง (Fidelity) คือ ความถูกต้องของการเป็นตัวแทนแบบจำลองของความเป็นจริง
- ต้นทุน (Costs) คือ ต้นทุนรวมของกระบวนการสร้างแบบจำลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ความยืดหยุ่น (Flexibility) คือ ความสามารถในการเปลี่ยนแปลงและควบคุมปัจจัยที่มีผลต่อรูปแบบตามที่ต้องการ

โครงสร้างของแบบจำลอง

ขั้นตอนที่ 1 การระบุปัญหา (Identify the problem)

ปัญหาที่ต้องการจะสำรวจคืออะไร? โดยปกติแล้วเป็นขั้นตอนที่ยากเพราะในสถานการณ์จริงไม่มีใครช่วยแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ง่ายๆ โดยปกติแล้วจะต้องเรียงลำดับข้อมูลจำนวนมากและระบุลักษณะเฉพาะของสถานการณ์เพื่อการศึกษา นอกจากนี้ยังมีความจำเป็นที่จะต้องมีความถูกต้องเพียงพอ (ในท้ายที่สุด) ในการกำหนดปัญหาเพื่อให้สามารถแปลคำพูดที่อธิบายปัญหาเป็นสัญลักษณ์

ทางคณิตศาสตร์ได้ การแปลนี้ทำได้ผ่านขั้นตอนถัดไป เป็นสิ่งสำคัญที่ต้องตระหนักว่าคำตอบสำหรับคำถามอาจไม่นำไปสู่การระบุปัญหาที่ใช้งานได้

ขั้นตอนที่ 2 การตั้งสมมติฐาน (Make assumptions)

โดยทั่วไปเราไม่สามารถที่จะนำปัจจัยทางคณิตศาสตร์ทั้งหมดที่เกี่ยวข้องมาใช้กับปัญหาที่เราสนใจ ซึ่งมันจะง่ายขึ้นโดยการลดจำนวนปัจจัยที่ต้องพิจารณา จากนั้นหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่เหลือที่กำหนดอีกครั้งถ้าสมมติว่ามีความสัมพันธ์แบบง่ายๆเราสามารถลดความซับซ้อนของปัญหาได้ สมมติฐานดังกล่าวถือเป็น 2 กิจกรรมหลัก

a. ระบุค่าต่างๆ สิ่งที่มีอิทธิพลต่อพฤติกรรมของปัญหาที่ระบุในขั้นตอนที่ 1 ระบุสิ่งเหล่านี้เป็นตัวแปร ตัวแปรที่แบบจำลองต้องการอธิบายคือตัวแปรตามและอาจมีหลายแบบ ตัวแปรที่เหลือเป็นตัวแปรอิสระ ตัวแปรแต่ละตัวจะถูกแยกประเภทเป็นตัวแปลอิสระหรือตัวแปลไม่อิสระหรือไม่ใช่ทั้งสอง

ในบางครั้งอาจจะเลือกที่จะไม่สนใจตัวแปรอิสระบางตัวด้วยเหตุผลสองประการ ประการแรกผลกระทบของตัวแปรอาจมีขนาดค่อนข้างเล็กเมื่อเทียบกับปัจจัยอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับพฤติกรรม ประการที่สองปัจจัยที่มีผลต่อทางเลือกต่างๆในเรื่องเดียวกันแม้ว่าอาจจะมีอิทธิพลสำคัญต่อพฤติกรรม ตัวอย่างเช่น พิจารณาปัญหาในการหารูปทรงที่ดีที่สุดสำหรับห้องบรรยายที่สามารถอ่านได้จากกระดานหรือการฉายเหนือศีรษะเป็นเกณฑ์สำคัญ แสงสว่างเป็นตัวแปรที่สำคัญอย่างยิ่ง แต่จะส่งผลกระทบต่อรูปทรงที่เป็นไปได้ทั้งหมดในลักษณะเดียวกัน โดยการละเลยตัวแปรดังกล่าวและอาจนำมารวมเอาไว้ในภายหลังในรูปแบบที่แยกออกจากกันจะทำให้การวิเคราะห์ง่ายขึ้นมาก

b. กำหนดความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่เลือกเพื่อการศึกษา ก่อนที่จะสามารถตั้งสมมติฐานความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรโดยทั่วไปต้องเพิ่มเติมบางอย่างเพื่อทำให้ง่ายขึ้น ปัญหาอาจซับซ้อนมากจนเราไม่สามารถเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทั้งหมดได้ในขั้นแรกในกรณีเช่นนี้อาจศึกษารูปแบบย่อยคือเราศึกษาตัวแปรอิสระอย่างน้อยหนึ่งตัวแปรต่างหาก แล้วจึงนำมาเชื่อมต่อกันโดยนำแบบจำลองย่อยนำมาเข้าไว้ด้วยกัน การศึกษาเทคนิคต่างๆเช่นสัดส่วนจะช่วยในการตั้งสมมติฐานความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนที่ 3 แก้หรือตีความโมเดล (Solve the model)

ตอนนี้ใส่แบบจำลองย่อยทั้งหมดเพื่อดูว่าแบบจำลองบอกเราอย่างไร ในบางกรณีแบบจำลองอาจประกอบไปด้วยสมการทางคณิตศาสตร์หรือความไม่เสมอภาคที่ต้องแก้ไขเพื่อหาข้อมูลที่เราต้องการ บ่อยครั้งที่ปัญหาต้องการผลลัพธ์ที่ดีที่สุดหรือทางออกที่ดีที่สุดสำหรับโมเดล ได้รับการกล่าวถึงบ่อยครั้งในภายหลังจะพบว่าเรายังไม่พร้อมที่จะทำตามขั้นตอนนี้หรือเราอาจจะจบลงด้วยแบบจำลองที่ไม่สามารถแก้หรือตีความได้ ในสถานการณ์เช่นนี้เราอาจกลับไปที่ขั้นตอนที่ 2 และตั้งสมมติฐานเพิ่มเติมที่ง่ายขึ้น บางครั้งเราต้องการจะกลับไปที่ขั้นตอนที่ 1 เพื่อกำหนดการอภิปรายปัญหาใหม่ จุดนี้จะได้รับการขยายในขั้นตอนต่อไป

ขั้นตอนที่ 4 ตรวจสอบแบบจำลอง (Verify the model)

ก่อนที่เราจะสามารถใช้แบบจำลองได้เราต้องทดสอบก่อน มีคำถามหลายข้อที่จะต้องถามก่อนที่จะออกแบบการทดสอบเหล่านี้และเก็บรวบรวมข้อมูลซึ่งเป็นกระบวนการที่สามารถใช้งานได้ง่ายและใช้เวลานาน ประการแรกแบบจำลองจะตอบปัญหาที่ระบุไว้ในขั้นตอนที่1หรือไม่ ไปในแนวทางเดียวกับปัญหาที่สำคัญในขณะที่เราสร้างแบบจำลองนี้หรือไม่ ประการที่สองรูปแบบสามารถใช้งานได้จริงหรือไม่ นั่นคือจริงๆแล้วเราสามารถรวบรวมข้อมูลที่จำเป็นในการใช้งานแบบจำลองได้หรือไม่ ประการที่สุดท้ายแบบจำลองนี้ใช้สามัญสำนึกหรือไม่

เมื่อผ่านการทดสอบเราจะต้องการทดสอบหลายรูปแบบโดยใช้ข้อมูลจริงที่ได้จากการสังเกตจำเป็นต้องระมัดระวังในการออกแบบการทดสอบและสังเกตลักษณะของค่าตัวแปรอิสระต่างๆที่เราคาดว่าจะได้พบเมื่อใช้โมเดลจริง สมมติฐานที่ทำในขั้นตอนที่ 2 อาจมีความสมเหตุสมผลในช่วงที่จำกัดของตัวแปรอิสระ

ขั้นตอนที่ 5 ความถูกต้องของแบบจำลอง (Implement the model)

ต้องเป็นแบบจำลองที่สามารถนำมาใช้ได้จริง ผู้ทำแบบจำลองสามารถอธิบายให้ผู้ใช้แบบจำลองเข้าใจได้ นอกจากนี้หากโมเดลถูกวางไว้ในโหมดที่ใช้งานได้ง่ายจะทำให้แบบจำลองนั้นหายไป โปรแกรมคอมพิวเตอร์ราคาแพงบางครั้งก็ประสบปัญหาดังกล่าว บ่อยครั้งที่มีการรวมขั้นตอนเพิ่มเติมเพื่ออำนวยความสะดวกในการเก็บรวบรวมและป้อนข้อมูลที่จำเป็นในการใช้งานโมเดลจะเป็นตัวกำหนดความสำเร็จหรือความล้มเหลว

ขั้นตอนที่ 6 นำโมเดลไปทดลองใช้ (Maintain the model)

แบบจำลองนี้ได้มาจากการระบุปัญหาในขั้นตอนที่ 1 และจากการตั้งสมมติฐานในขั้นตอนที่ 2 ปัญหาเดิมมีการเปลี่ยนแปลงหรือไม่อย่างไรหรือมีปัจจัยที่ถูกละเลยก่อนหน้านี้มีความสำคัญหรือไม่ต้องมีการปรับเปลี่ยนโมเดลย่อยหรือไม่

2.2.3 การวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ (Multiple Linear Regression)

การวิเคราะห์การถดถอยเป็นวิธีการทางสถิติที่ใช้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ (Independent Variable) กับตัวแปรตาม (Dependent Variable) จะเป็นการศึกษาความสัมพันธ์เชิงเส้นตรง (Linearity) ถ้าศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระหนึ่งตัวกับตัวแปรตามหนึ่งตัวเรียกว่า การวิเคราะห์ถดถอยเชิงเส้นเชิงเดี่ยวหรือการวิเคราะห์ถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย (Simple

เอกสารนี้ก็ว่า ... ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Linear Regression Analysis) ถ้าตัวแปรอิสระมีมากกว่าหนึ่งตัวกับตัวแปรตามหนึ่งตัว เรียกว่า การวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ (Multiple Linear Regression)

1. วัตถุประสงค์ของการวิเคราะห์การถดถอย
   1) เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรตาม
   2) เพื่อศึกษาปัจจัย (ตัวแปรอิสระ) ที่ร่วมกันทำนายหรือพยากรณ์ตัวแปรตาม การวิเคราะห์การถดถอยเพื่อหาความสัมพันธ์หรือสร้างสมการทำนายหรือพยากรณ์ตัวแปรตาม (Y) หนึ่งตัว จากกลุ่มตัวแปรอิสระ (X) หลายตัวนั้น ตัวแปรอิสระที่นำมาวิเคราะห์จะต้องมีหลักฐาน ตามทฤษฎีหรือรายงานการวิจัยที่เกี่ยวข้องว่าเป็นตัวแปรต้นเหตุที่ส่งผลต่อตัวแปรตาม
2. ข้อตกลงเบื้องต้น (Assumption) ในการวิเคราะห์การถดถอย
   1) ตัวแปรอิสระ (X) และตัวแปรตาม (Y) ต้องเป็นตัวแปรเชิงปริมาณ (Quantitative Variable) หรือ ตัวแปรต่อเนื่อง (Continuous Variable) หรือมีระดับการวัดเป็น Interval หรือ Ratio Scale ในกรณีที่ตัวแปรอิสระ (X) บางตัวมีระดับการวัดเป็น Nominal หรือ Ordinal Scale จะต้องแปลงข้อมูลให้ เป็นตัวแปรหุ่น (Dummy Variable) คือ มีค่า 0 กับ 1 ก่อนจึงจะนำไปวิเคราะห์ และตัวแปรหุ่นไม่ควรจะ มีหลายตัว เพราะจะทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนมากขึ้น
   2) ตัวแปรอิสระแต่ละตัวมีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงกับตัวแปรตาม
   3) ตัวแปรอิสระไม่ควรมีความสัมพันธ์กันหรือเป็นอิสระต่อกัน (ค่าสหสัมพันธ์ไม่ควรเกิน 0.7) ในกรณีการวิเคราะห์ถดถอยแบบพหุคูณเพราะจะทำให้เกิด Multicollinearity คือ การที่ตัวแปรอิสระมีความสัมพันธ์กันมากซึ่งจะมีผลกระทบทำให้ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจสูงเกินความเป็นจริง
   4) การแจกแจงของตัวแปรตามเป็นแบบโค้งปกติ (Normal Distribution) ที่ทุกค่าของ X
   5) ค่าของ Y มีความแปรปรวนเท่ากันทุกค่าของ X
   6) ความแปรปรวนของค่าความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ (Residual) ที่ทุกจุดบน เส้นถดถอยมีค่าเท่ากัน
3. การวิเคราะห์การถดถอยเชิงพหุคูณ (Multiple Linear Regression Analysis)

การวิเคราะห์การถดถอยเชิงพหุคูณเป็นการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ หลายตัวกับตัวแปรตาม 1 ตัว เพื่อศึกษาว่ามีตัวแปรอิสระตัวใดบ้างที่ร่วมกันทำนายหรือพยากรณ์ หรืออธิบายการผันแปรของตัวแปรตามได้

โดยเขียนความสัมพันธ์ในรูปแบบของสมการได้ดังนี้

สมการในรูปของประชากร $$Y=\beta_0+\beta_1x_1+\beta_2x_2+\cdots+\beta_kx_k+\varepsilon \quad (2.1)$$

สมการในรูปของตัวอย่าง $$Y=b_0+b_1x_1+b_2x_2+\cdots+b_kx_k+e \quad (2.2)$$

สมการทำนายผล(สมการพยากรณ์)

$$\hat{y}=b_0+b_1x_1+b_2x_2+\cdots+b_kx_k \quad (2.3)$$

สัญลักษณ์ที่ใช้มีความหมายดังนี้

x_1 คือ ค่าของตัวแปรอิสระแต่ละตัว (จะใช้สัญลักษณ์ x_i สำหรับค่าที่ได้จากตัวอย่าง และสำหรับค่าประมาณหรือตัวทำนาย)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Y คือ ค่าของตัวแปรตาม (จะใช้สัญลักษณ์ สำหรับค่าที่ได้จากตัวอย่าง และใช้ค่า y hat สำหรับค่าประมาณหรือตัวทำนาย)

k คือ จำนวนตัวแปรอิสระในสมการถดถอย

β_0 คือ ค่าคงที่ (Constant) ของสมการถดถอย (จะใช้สัญลักษณ์ b_0 สำหรับค่าที่ได้จากตัวอย่าง และ สำหรับค่าประมาณหรือตัวทำนาย) โดยที่ β_0 หรือ b_0 จะเป็นจุดตัด (Intercept) แกน y ของสมการ

β_i คือ ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอย (Regression Coefficient) ของตัวแปรอิสระ x_i แต่ละตัว (จะใช้สัญลักษณ์ b_i สำหรับค่าที่ได้จากตัวอย่าง และ สำหรับค่าประมาณหรือตัวทำนาย) โดยที่ค่า β_i หรือ b_i จะแสดงอัตราการเปลี่ยนแปลงของค่า x_i ต่อค่า y ดังนี้ คือ ถ้าค่า x_i เปลี่ยนไป 1 หน่วย จะทำให้ค่า y เปลี่ยนไป b_i หน่วย

ε คือ ค่าความคลาดเคลื่อน (Error or Residual) ระหว่างค่า Y และค่า $\hat{y}$ (จะใช้สัญลักษณ์ e สำหรับค่าที่ได้จากตัวอย่าง)

6. วิธีการคัดเลือกตัวแปรอิสระเพื่อให้ได้สมการถดถอยที่เหมาะสม

1) Enter Method เป็นวิธีการเอาตัวแปรอิสระทุกตัวทั้งตัวแปรอิสระที่มีความสัมพันธ์ กับตัวแปรตามอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติและไม่มีนัยสำคัญทางสถิติเข้าไปวิเคราะห์ในสมการถดถอย

2) Stepwise Method เป็นวิธีการคัดเลือกตัวแปรอิสระเข้าสู่สมการโดยจะนำตัวแปร อิสระที่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรตามมากที่สุดเข้าสมการแรกและทดสอบความมีนัยสำคัญทางสถิติ ถ้าพบว่าไม่มีนัยสำคัญทางสถิติก็จะถือว่าสิ้นสุดการคัดเลือก แต่ถ้าพบว่ามีนัยสำคัญทางสถิติก็จะคัดเลือก ตัวที่มีความสัมพันธ์อันดับถัดไปเข้าสู่สมการ และทำการตรวจสอบว่าตัวแปรอิสระที่อยู่ในสมการก่อนหน้านั้นทุกตัวควรอยู่ในสมการหรือไม่ ถ้าไม่ควรอยู่ก็จะถูกคัดออกก่อนแล้วค่อยคัดเลือกตัวแปรอิสระตัวที่มีความสัมพันธ์อันดับถัดไปเข้าสู่สมการ และดำเนินการอย่างนี้ไปเรื่อยๆ จนกระทั่งไม่มีตัวแปรอิสระใดถูกนำเข้าหรือคัดออกจากสมการจึงถือว่าสิ้นสุดการคัดเลือก

3) Backward Method เป็นวิธีการคัดเลือกตัวแปรอิสระออกจากสมการทีละตัวแปร โดยเริ่มจากการสร้างสมการถดถอยที่รวมเอาตัวแปรอิสระทุกตัวเข้าสู่สมการแรกก่อน แล้วจึงคัดเลือกตัวแปรอิสระออกทีละตัว โดยพิจารณาตัวแปรอิสระที่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรตามน้อยที่สุดถูกคัดออก แล้วทำการทดสอบว่าตัวแปรที่เหลืออยู่สามารถร่วมกันทำนายตัวแปรตามได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติหรือไม่ และทำการคัดเลือกตัวแปรอิสระออกต่อไปเรื่อยๆจนกว่าจะไม่มีตัวแปรอิสระ ที่ถูกคัดออกอีก การคัดเลือกจะสิ้นสุดเมื่อ ตัวแปรอิสระที่เหลืออยู่ในสมการมีความสัมพันธ์กับตัวแปรตาม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

4) Forward Method เป็นวิธีการคัดเลือกตัวแปรอิสระเข้าสู่สมการทีละตัว ตามลำดับความสัมพันธ์กับตัวแปรตาม โดยตัวแปรอิสระที่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรตามมากที่สุดจะถูกคัดเลือกเข้าก่อน เมื่อตัวแปรถูกคัดเข้าสมการแล้วจะมีการทดสอบว่าตัวแปรอิสระนั้นสามารถทำนายตัวแปรตามได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติหรือไม่ ทำเช่นนี้ไปจนกว่าจะไม่มีตัวแปรอิสระใดเข้าไปในสมการได้อีกจึงหยุดการคัดเลือกตัวแปรอิสระ ถือว่าเป็นสมการที่ได้นั้นเหมาะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5) Remove Method เป็นวิธีที่กำหนดให้นำ ตัวแปรอิสระที่ถูกคัดออกจากการ วิเคราะห์ของสมการพยากรณ์ หลังจากวิเคราะห์โดยวิธี Enter แล้ว

2.2.4 โปรแกรม R-Studio

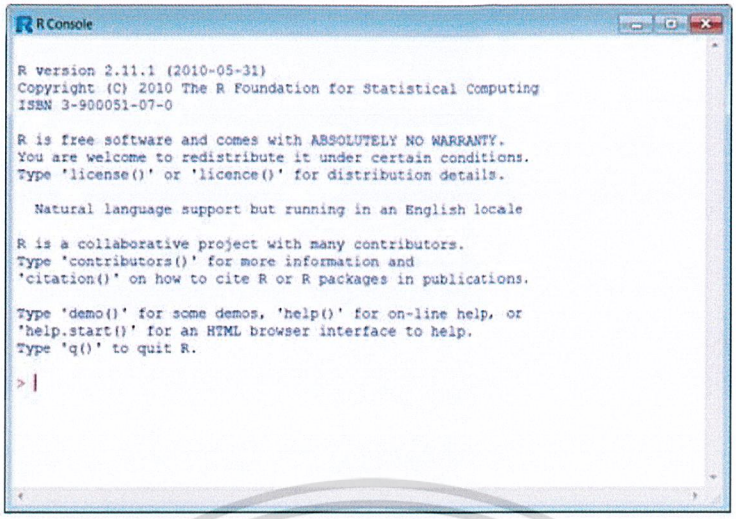
รูปที่ 2.3 สัญญาลักษณ์โปรแกรม R

การใช้โปรแกรม R-Studio เป็นภาษาคอมพิวเตอร์ภาษาหนึ่งที่เป็นที่นิยมในการใช้ คำนวณทางสถิติ เพราะเป็นโปรแกรมที่ใช้ได้ฟรีบนเครื่องคอมพิวเตอร์แบบต่างๆ ไม่ว่าจะใช้บน Windows, Mac OS, หรือ Linux ภาษา R พัฒนามาจากภาษา S ซึ่งพัฒนาขึ้นมาเพื่อใช้ในงานสถิติและต่อ มากลายเป็น S+ แต่ซอฟต์แวร์นี้มีราคาสูงเกินที่จะซื้อมาใช้ได้ในสถาบันการศึกษา ภายหลังนักสถิติสองคนคือ Ross Ihaka and Robert Gentleman จึงได้ช่วยกันเขียนซอฟต์แวร์ตามแบบ S+ แต่ดึงมาบางส่วนเพื่อให้เพียงพอสำหรับการสอนสถิติและตั้งชื่อว่า R มีนัยยะ ว่ามาก่อน S โปรแกรม R มีการเผยแพร่แบบ General Public License ในปี 1995 โปรแกรม R จึงเป็น open source ที่พัฒนามาจาก S+ (ดู Crawley 2005) R เป็นที่นิยมใช้กันในวงวิชาการเพื่อคำนวณด้านสถิติ เพราะมี built-in function ที่เกี่ยวข้องกับการคำนวณทางสถิติมากและมีความสามารถแสดงผลทางด้านกราฟิก แม้โปรแกรม R ดูเหมือนไม่มี interface ให้ใช้ง่ายๆ แบบ SPSS ต้องสั่ง งานผ่าน command line แต่หากได้รู้จักและคุ้นเคยกับ R แล้วจะเห็นว่า R มีประสิทธิภาพและทำงานได้เร็วกว่า และทำได้มากกว่าการคำนวณสถิติ และที่สำคัญเป็นโปรแกรมฟรีจึงเป็นที่นิยมใช้ของนักวิชาการจำนวนมาก นอกจากนี้ในงานทางด้าน data sciences ซึ่ง เป็นที่สนใจอย่างมากในปัจจุบัน R ยังเป็นภาษาที่นิยมใช้กันในงาน ด้านนี้พอๆกับภาษา Python เพราะ R มีฟังก์ชั่นทางสถิติที่ใช้ช่วยใน การประมวลผลข้อมูลมหึมา (big data) ได้โดยง่าย

การติดตั้งโปรแกรม R

โปรแกรม R สามารถดาวน์โหลดได้ฟรีจาก http://cran.r-project.org แล้วเลือกว่าจะใช้บนเครื่องอะไร เมื่อติดตั้งเสร็จเรียกโปรแกรม R ขึ้นมาจะเห็นเป็น console ของมันเองมีเครื่องหมาย > แสดงว่าพร้อมจะรับคำสั่ง

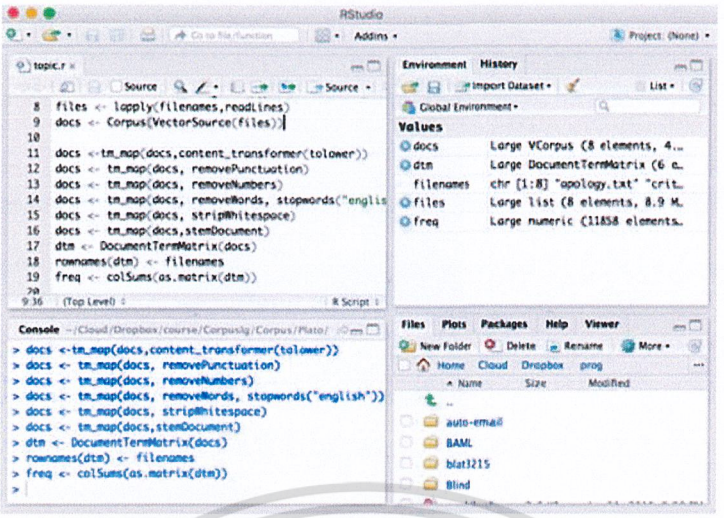
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.4 หน้าจอที่ป้อนคำสั่งต่างๆ ในหน้าจอนี้

ให้ทดลองพิมพ์คำสั่งต่างๆ หลัง > R จะประมวลผลแล้วแสดง ผลออกมาให้ เช่น > 3+2 จะตอบมาว่า [1] 5 เราสามารถเก็บค่าที่ได้ไว้ในตัวแปรแบบที่ใช้ในภาษาคอมพิวเตอร์ได้ เช่น > x = 2+3 เป็นการสร้างตัวแปร x ซึ่งจะมีค่าเป็น 5 หรือ > x = x + 1 จะสั่งให้เพิ่มค่าใน x อีกหนึ่ง บางคนจะนิยมใช้เครื่องหมาย <- แทน = โดยมีความหมายเดียวกัน เช่น x <- x+1 ก็หมายถึงให้เพิ่มค่าใน x อีก 1 แล้วเก็บไว้ที่เดิมคือ x ตัวแปรที่ใช้ใน R ตัวพิมพ์ใหญ่เล็กถือว่ามีความแตกต่างกัน เมื่อต้องการเลิกใช้โปรแกรม R ใช้คำสั่ง >q() หรือ >quit() ก่อนจะปิดโปรแกรมเราสามารถเลือก save workspace เพื่อโหลดข้อมูล ทั้งหมดที่ทำค้างไว้กลับมาทำงานต่อได้ หากมีข้อสงสัยการใช้งานคำสั่งใดให้พิมพ์ >help(....) เช่น >help("getwd") >getwd() ดูว่า working directory ณ ปัจจุบันคืออะไร >setwd("c:/temp/RFiles") ใช้กำหนด working directory ให้อยู่ ที่ c:/temp/RFiles working directory คือที่ที่โปรแกรมจะถือว่าเป็นที่ตั้งต้นที่จะอ่านหรือเขียนไฟล์ใดๆ การติดตั้ง R-studio การใช้งาน R ผ่าน R console เป็นการสั่งงานผ่านทาง command line ซึ่งหลายคนอาจไม่คุ้นเคย หากต้องการใช้งาน R ในลักษณะที่มีหน้าจอต่างๆ ให้พร้อมสำหรับการแก้ไขชุดคำสั่งต่างๆ หน้าจอแสดงผล หน้าจอแสดงตัวแปรต่างๆ ฯลฯ ก็สามารถติดตั้ง R studio เพิ่มเติมได้ ให้ไปที่เว็บ rstudio.com แล้วดาวน์โหลดโปรแกรม R studio desktop ที่เป็น open source edition มาติดตั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.5 แต่ละส่วนของโปรแกรม R

การใช้ R-studio จะช่วยอำนวยความสะดวกในเวลาที่เราต้องใช้ชุดคำสั่งเดิมหลายๆครั้ง เราสามารถนำชุดคำสั่งทั้งหมดเก็บเป็นไฟล์โปรแกรม R และเรียกมาใช้งานผ่าน R studio ได้ทีละหลายคำสั่งได้ ทำให้ไม่ต้องเสียเวลาพิมพ์หรือเรียกคำสั่งใหม่ทีละคำสั่ง

ประเภทข้อมูลใน R

ข้อมูลพื้นฐานที่ใช้ใน R คือ เวกเตอร์ซึ่งเป็นข้อมูลมิติเดียวมีข้อมูลตัวเดียวหรือหลายตัวก็ได้ แต่จะเป็นเป็น object ประเภทเดียวกัน object แบบ atomic ที่มีใช้ใน R ได้แก่ character, numeric, integer, complex number และ logical (True/False) vector เป็นการมองข้อมูลแบบมีลำดับ เช่น c(1,3,4) จะต่างจาก c(3,4,1) เราสามารถป้อนข้อมูลเข้าโดยตรงเป็น vector ใน R ได้โดยพิมพ์ c และตามด้วยวงเล็บบอกลำดับข้อมูล (c ย่อมาจาก concatenate เป็นฟังก์ชั่นใน R ให้เอาข้อมูลมาต่อกันเป็น vector) ข้อมูลที่อยู่ ใน vector ต้องเป็นข้อมูลแบบเดียวกัน เช่น เป็นตัวเลขทั้งหมดหรือไม่ก็ตัวอักษรทั้งหมด เช่น >x = c(10, 5, 23, 18) เป็นการสร้าง vector ที่มีค่า 4 ค่า ตามลำดับคือ 10, 5, 23, 18 ไปเก็บไว้ที่ตัวแปร x เราสามารถอ้างถึงค่าแต่ละตัวใน vector โดยอ้างถึงลำดับที่ เช่น x[2] จะมีค่าเป็น 5 หากต้องการป้อนค่าเข้าไปทางคีย์บอร์ดให้ใช้คำสั่ง scan() เมื่อใช้คำสั่ง x = scan() แล้วพิมพ์ตัวเลขเข้าไป 20 ตัว โดยเว้นวรรคให้ตัวเลขแต่ละตัวเมื่อบรรทัดต่อไปเคาะ Enter เลยก็จะหยุดรับข้อมูลแล้วรายงานว่ามีข้อมูลอ่านเข้าใน vector ที่ตั้งชื่อว่า x จำนวน 20 ตัว

```
> x=scan()
1: 1 3 2 3 3 3 4 2 1 2 2 1 1 4 3 3 2 1 2 3
21:
Read 20 items
```

รูปที่ 2.6 การใช้คำสั่งนับจำนวนข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หากข้อมูลที่นำเข้าเป็นข้อมูลต่างประเภทกัน เช่น เป็นตัวเลขบ้างเป็นข้อความบ้าง สามารถนำเข้าได้โดยใช้คำสั่ง list และอ้างถึงข้อมูลเฉพาะตำแหน่งที่ต้องการได้

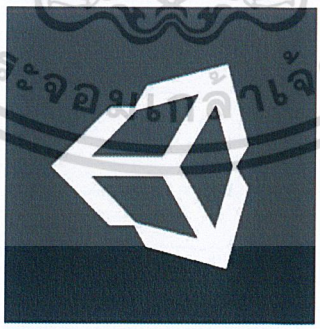
```
> l <- list('male',34,'single',67.8)
> l[3]
[[1]]
[1] "single"
```

รูปที่ 2.7 การใช้คำสั่ง list

ข้อมูล vector และ list จึงเป็นข้อมูลแบบมิติเดียวต่างกันที่ vector ไม่มีการปนกันของข้อมูลอยู่ภายใน ในกรณีที่ข้อมูลที่เราใช้ในการคำนวณสถิติมีตัวแปรหลายๆ ตัวข้อมูลจะมีลักษณะเป็นตาราง โดยที่ข้อมูลแต่ละคอลัมน์แทนตัวแปรแต่ละตัวได้ ข้อมูลหลายมิตินี้เป็นข้อมูลแบบ matrix หรือไม่ก็ data frame จะเป็น matrix ถ้าข้อมูลทุกตัวในตารางนั้นต้องเป็น object แบบเดียวกัน ส่วน data frame เป็นตารางที่ข้อมูลที่อยู่ต่างคอลัมน์เป็นข้อมูลต่างชนิดกันได้ความต่างของ matrix และ data frame จึงเหมือนความต่างระหว่าง vector กับ list เพียงแต่ว่า matrix และ data frame เป็นข้อมูลหลายมิติ ข้อมูล data frame เป็นข้อมูลที่ใช้บ่อยในงานสถิติ R มอง data frame เป็น object หนึ่งที่มี row และ column เหมือนเป็น spreadsheet อันหนึ่งหลักสำคัญก็คือ ค่าหรือ value ของตัวแปรเดียวกันจะต้องอยู่ใน column เดียวกันรูปแรกแสดงการจัดข้อมูลที่ไม่ถูกต้อง เพราะจัดวาง response time ของสามกลุ่มแยกจากกันเป็นสามคอลัมน์ในการจัด data frame ของข้อมูลนี้จะต้องจัดแบบรูปสอง คือนำ response time ไว้ในคอลัมน์เดียวกันแล้วให้ค่ากลุ่มต่างๆ เป็นค่าในคอลัมน์ Treatment

2.3 Game Engine

2.3.1 Unity3D



รูปที่ 2.8 สัญญาลักษณ์โปรแกรม Unity3D

Unity3D คือ Game Engine ที่ช่วยสร้างเกม 3 มิติ และปัจจุบันสามารถสร้างเกม 2 มิติได้ ซึ่งสามารถทำงานได้บน 2 แพลตฟอร์ม คือ Windows และ OSX และสามารถส่งออกงานเพื่อนำไปใช้งานได้หลายแพลตฟอร์ม เช่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- IOS
- Android

- Windows Phone 8
- BlackBerry 10
- Windows
- Windows Store Apps
- Mac
- Linux
- Web Player
- Oculus Rift
- PS3 (PlayStations 3)
- PS4 (PlayStations 4)
- PSVITA (PlayStations Vita)
- PSMobile (PlayStations Mobile)
- Xbox one
- Xbox 360
- Wii U

Unity3D เป็นเครื่องมือช่วยสร้างเกมสามมิติและสองมิติ (ข้อแตกต่างระหว่างโลกสองมิติและสามมิติ คือแกน Z หรือความลึกที่เพิ่มเข้ามา)

ใน Unity3D จะมองทุกอย่างเป็น GameObject ไม่ว่าจะเป็นก้อนหิน หรือแมลงตัว ถือเป็น GameObject โดย GameObject จะทำงานร่วมกับ Component GameObject ถ้าปราศจาก Component ก็เหมือนฝุ่นผงขยับไม่ได้มองไม่เห็นด้วยตาเปล่า ซึ่ง Component เข้ามาเพิ่มคุณสมบัติและพฤติกรรมให้กับ GameObject ทำให้สามารถเคลื่อนที่ได้ เปล่งเสียงได้ เป็นต้น

GameObject คือ วัตถุต่างๆ ที่อยู่ในเกม เช่น รถ 1 คัน, สัตว์ 1 ตัว, คน 1 คน, บ้าน 1 หลัง หรือ ต้นไม้ 1 ต้น เป็นต้น

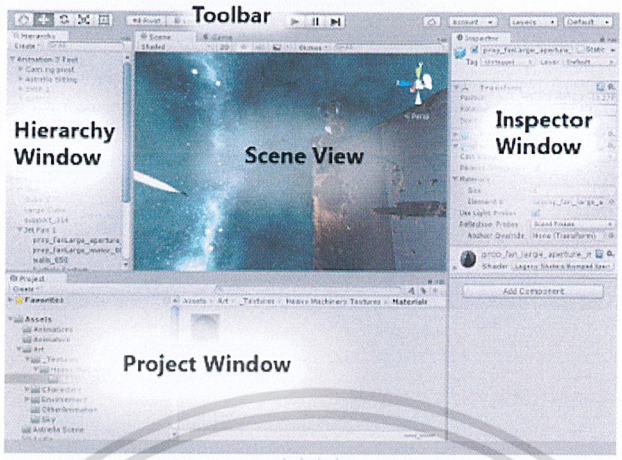
Component คือ คุณลักษณะหรือความสามารถต่างๆ ของ Object เช่น การเคลื่อนไหว

Asset คือ คุณลักษณะภายนอกที่เสริมการทำงานของ Component

Scene คือ ฉากแต่ละฉากซึ่งประกอบด้วย GameObject หลายๆ ตัวรวมกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

องค์ประกอบของ Unity



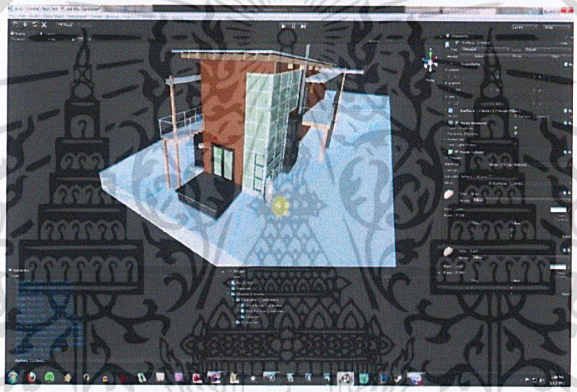
รูปที่ 2.9 ส่วนประกอบของโปรแกรม Unity3D

- Project Window เป็นส่วนที่ใช้ในการเก็บทรัพยากรต่างๆ ก่อนนำไปสร้างเกม เช่น
  - สคริปต์ต่างๆ ที่ใช้กำหนดควบคุมตัวเกม
  - 3D โมเดล ใช้เป็นตัวละครหรือวัตถุต่างๆ ในเกม
  - Textures หรือพื้นผิวต่างๆ
  - ไฟล์เสียง หรือ วีดีโอ
  - Prefabs
- Hierarchy window เป็นส่วนที่บอกลำดับชั้นของ Object ต่างๆ ที่อยู่ใน Scene นั้นๆ ซึ่งมีทั้ง Object แบบเดี่ยวและ Object ที่เป็นแม่ลูกกัน ซึ่งเมื่อมีการจัดการบางอย่างกับ Object แม่ Object ที่เป็นลูกนั้นก็จะมีการเปลี่ยนแปลงตามไปด้วยการสร้าง Object มีวิธีการคือลาก Object ต่างๆ ที่อยู่ ใน Project มาใส่ไว้ในส่วนของ Hierarchy หลังจากนั้นจะปรากฏวัตถุที่ลากจาก Project มาวางบน Hierarchy ปรากฏขึ้นบน Scene ซึ่ง Object ต่างๆ เหล่านี้สามารถเพิ่ม/แก้ไข/ลบ ได้โดยไม่กระทบกับ Object ที่อยู่ใน Project
- Scene view เป็นส่วนที่บ่งบอกว่าในฉากที่กำลังทำงานมี Object อะไรบ้างสามารถจัดการ Object ต่างๆ เช่น กล้อง แสง เอฟเฟกต์ หรือโมเดล 3 มิติ ได้จากส่วนนี้
- Game window คือส่วนที่แสดงการทำงานของเกมใน Scene ทำให้มองเห็นภาพเหตุการณ์และการทำงานของวัตถุต่างๆ ภายใน Scene ที่สร้างขึ้น
- Inspector window เป็นส่วนที่บ่งบอกถึงคุณสมบัติต่างๆ ของ Object ซึ่งสามารถจัดการคุณสมบัติต่างๆ ของ Object ได้ในกรอบของ Inspector

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างรูปที่เกี่ยวข้องกับ Unity3D มีดังนี้

รูปที่ 2.10 รูปเกี่ยวกับโปรแกรม Unity3D

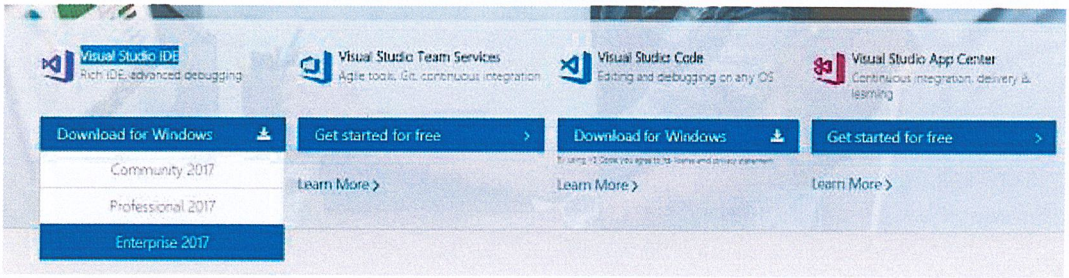


รูปที่ 2.11 รูปเกี่ยวกับโปรแกรม Unity3D

2.3.2 การดาวน์โหลดและติดตั้งโปรแกรม Unity

1. ให้เข้าไปที่ >> https://www.visualstudio.com/

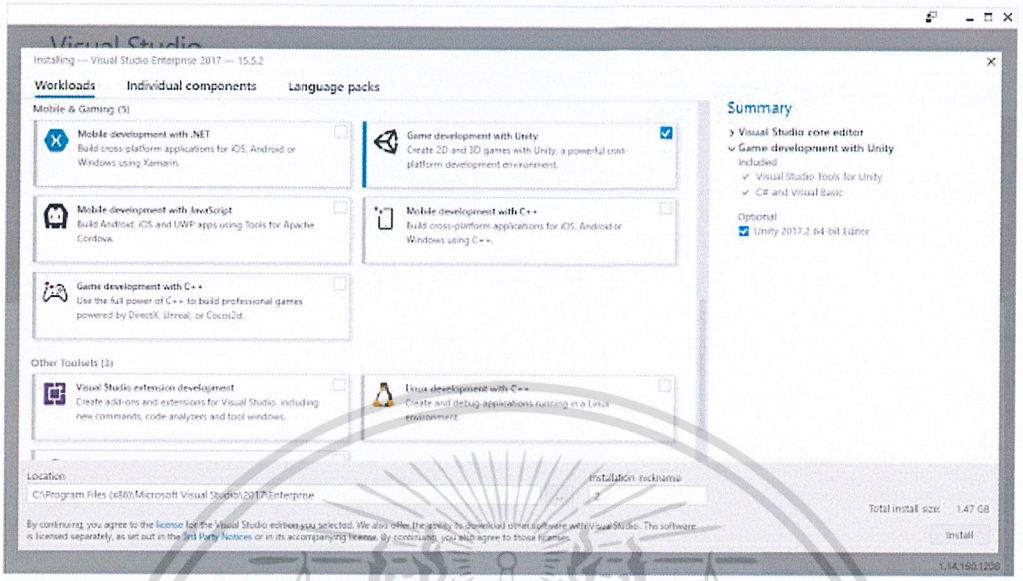
2. สังเกตได้ว่าเป็น web ของ visual studio ให้เลือกโหลด Visual Studio IDE > จากนั้นเลือก Enterprise



รูปที่ 2.12 การติดตั้งโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. เมื่อโหลดตัวติดตั้งมาแล้วให้รันไฟล์ที่โหลด จะได้ดังรูปที่ 2.13



รูปที่ 2.13 การติดตั้งโปรแกรม

4. จากนั้นให้เลือก Game development with Unity จากนั้นกด Install

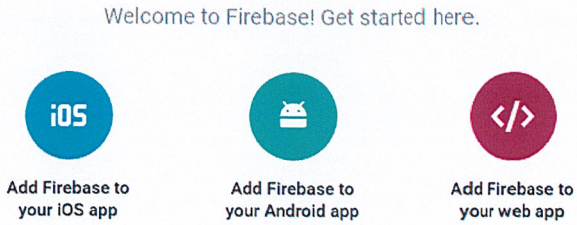
2.4 Firebase

รูปที่ 2.14 หน้าแรกของ Firebase

Firebase เป็น Project ที่ถูกออกแบบมาให้เป็น API และ Cloud Storage สำหรับพัฒนา Realtime Application รองรับหลาย Platform สำหรับในส่วนของ Firebase Realtime Database เป็น NoSQL cloud database ที่เก็บข้อมูลในรูปแบบของ JSON และมีการ sync ข้อมูลแบบ realtime กับทุก devices ที่เชื่อมต่อแบบอัตโนมัติในเสี้ยววินาที รองรับการทำงานเมื่อ offline (ข้อมูลจะถูกเก็บไว้ใน local จนกระทั่งกลับมา online ก็จะทำการ sync ข้อมูลให้อัตโนมัติ) รวมถึงมี Security Rules ให้เราสามารถออกแบบเงื่อนไขการเข้าถึงข้อมูลทั้งการ read และ write ได้ทั้ง Android, iOS และ Web การใช้ Realtime Database มีขั้นตอนดังนี้

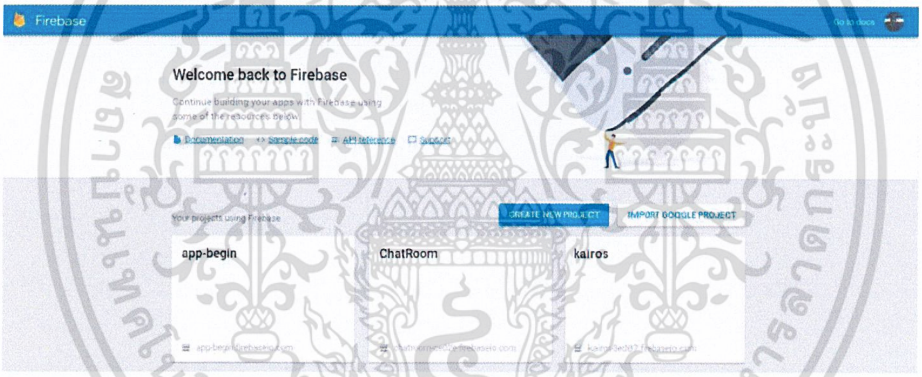
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. เริ่มต้นก็ต้องไปสร้าง Project บน Firebase Console โดยเข้าไปที่ https://console.firebase.google.com



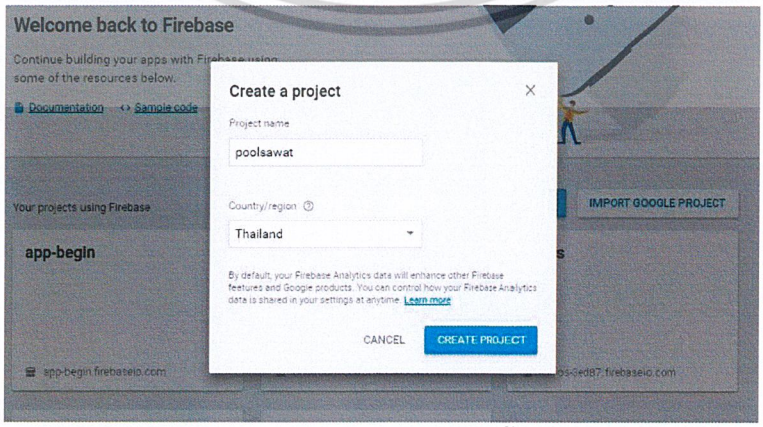
รูปที่ 2.15 Platforms ในการสร้าง Firebase

2. คลิกเลือกที่ปุ่ม CREATE NEW PROJECT จะมีหน้าจอแสดงให้กรอก Project Name และเลือก Country/Region จากนั้นกดปุ่ม CREATE PROJECT



รูปที่ 2.16 การสร้าง Project ใหม่

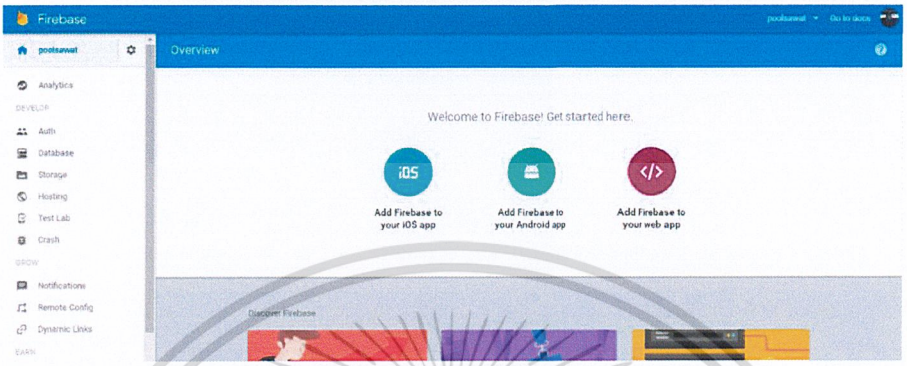
หลังจาก CREATE PROJECT แล้วจะได้หน้า console ของ Project ที่สร้าง ดังรูปที่ 2.17



รูปที่ 2.17 การสร้าง Project

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ให้เลือกเมนู Database จากนั้นไปที่ Tab RULES เพื่อเข้าจัดการ users authorized ของการเข้าถึงของมูล เบื้องต้นเราจะอนุญาตให้คนที่เรียกเข้าถึงข้อมูลได้หมดทั้ง Read และ Write ข้อมูลได้ โดยแก้ไขโค้ดตามนี้แล้ว กดปุ่ม PUBLIC เพื่อบันทึกการเปลี่ยนแปลง



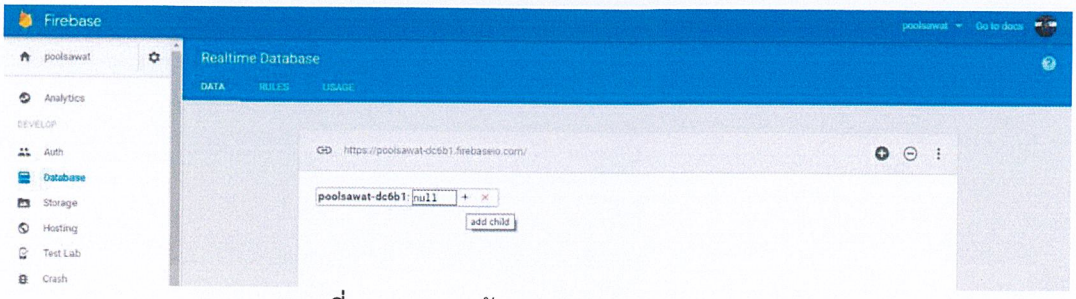
รูปที่ 2.18 หน้าที่ให้เลือก Database บน Firebase

```
//แก้ไขจาก
{
"rules": {
   ".read": "auth != null",
   ".write": "auth != null"
 }}//เป็น
{
"rules": {
".read": true,
".write": true
 }
}
```

รูปที่ 2.19 การตั้งค่าการเข้าถึงข้อมูล

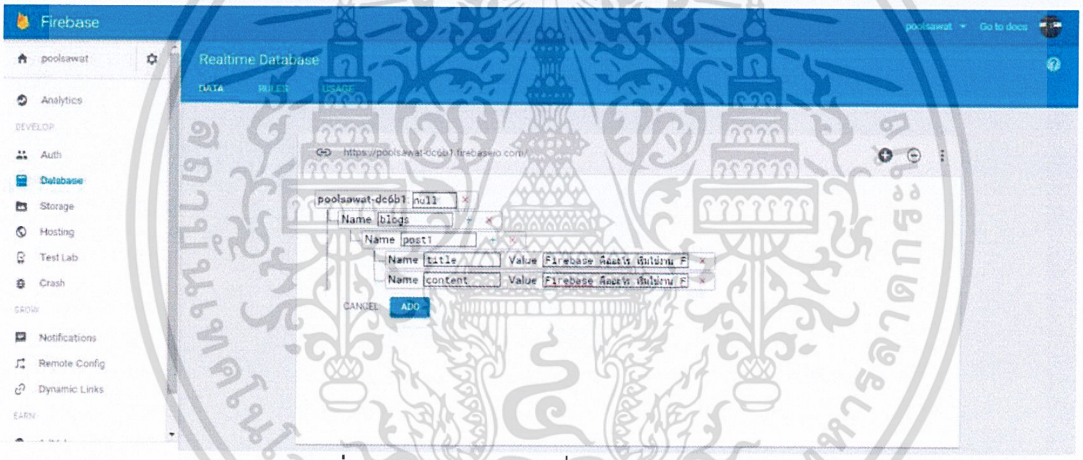
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. กลับมาที่ Tab Database เพื่อลองสร้างข้อมูล โดยคลิกที่เครื่องหมาย +(บวก)



รูปที่ 2.20 การสร้าง Database บน Firebase

5. เพิ่มข้อมูลตามนี้ จากนั้นกดปุ่ม ADD ก็จะได้ข้อมูลที่เพิ่มไป



รูปที่ 2.21 การทดลองเพิ่มข้อมูลบน Firebase

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การดำเนินงานและออกแบบระบบ

การดำเนินงานและออกแบบระบบ เป็นขั้นตอนสำคัญในกำหนดแนวทางการศึกษา การสร้างและพัฒนาโปรแกรมที่ช่วยให้ผู้พัฒนาสามารถมองเห็นการทำงานและโครงสร้างของระบบได้

การออกแบบระบบ

ลักษณะของเกม

เกมคณิตศาสตร์นี้เป็นเกมที่คำนวณระยะทางการปั่นจักรยานของบุคคล โดยผู้เล่นต้องกรอกชื่อ นามสกุล อายุ เพศ น้ำหนัก ส่วนสูง อัตราการเต้นของหัวใจ และจำนวนครั้งที่ปั่นจักรยานต่อหนึ่งสัปดาห์ และเกมจะคำนวณระยะทางการปั่นจักรยานที่ควรปั่นภายในระยะเวลา 30 นาทีให้ เกมจะเสมือนการปั่นจักรยานเมื่อปั่นไปเรื่อยๆ จะมีโจทย์ตัวเลขขึ้นมาแล้วให้ผู้เล่นชนคำตอบที่ถูกต้อง เมื่อปั่นไปเรื่อยๆ จะมีผลไม้ เช่น กล้วย แอปเปิ้ล ลูกแพร ปรากฏขึ้นเป็นระยะ ถ้าผู้เล่นชนผลไม้เหล่านี้ก็จะได้คะแนน เกมคณิตศาสตร์นี้จะมีอยู่ 3 ด่าน

- ด่านที่ 1 เป็นการบวกเลขไม่เกิน 10 คือ $A+B<10$ โดยที่เซต {A + B} = {(1+1),(1+2),(1+3),(1+4),(1+5),(1+6),(1+7),(1+8),(2+2),(2+3),(2+4),(2+5),(2+6),(2+7),(3+3),(3+4),(3+5),(3+6),(4+4),(4+5)} มี 20 กรณี เนื่องจากสมบัติการสลับที่การบวก A + B = B + A จะได้ทั้งหมด 40 กรณี แต่เกมจะซุ่มมาเพียง 22 กรณี
- ด่านที่ 2 เป็นการบวกเลขที่น้อยกว่าเท่ากับ 20 หรือ $A+B\leq 20$ โดยที่ $A\leq 10$ และ $B\leq 10$ จะได้ทั้งหมด 110 กรณี แต่เกมจะซุ่มมาเพียง 22 กรณี
- ด่านที่ 3 เป็นการปั่นแบบสบายๆ ไม่มีโจทย์หรือสิ่งกีดขวาง

กติกาของเกม

เป้าหมายของเกมคือผู้เล่นจะต้องปั่นให้ครบตามระยะเวลาคือ 30 นาที โดยผู้เล่นควรปั่นให้ได้ตามระยะทางที่กำหนด ขณะที่ปั่นจักรยานจะมีโจทย์เลขขึ้นมาแล้วผู้เล่นจะต้องชนคำตอบที่ถูกต้องจะได้คะแนน ระหว่างนั้นจะมีผลไม้ปรากฏขึ้นมาให้ผู้เล่นเก็บ เพื่อสะสมผลไม้ เมื่อสิ้นสุดด่านที่มีโจทย์เลขจะเป็นการปั่นแบบผ่อนคลายให้ผู้เล่นปั่นจนครบกำหนดระยะเวลา

ตัวละครและวัตถุในเกม

ตัวละครหลัก ตัวละครหลักของเกมที่เป็นตัวดำเนินการสำคัญ

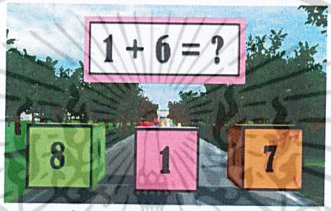
- คนปั่นจักรยาน ผู้เล่นสามารถบังคับจักรยานให้ไปทางซ้ายและทางขวาได้ ในขณะที่จักรยานเคลื่อนที่ไปข้างหน้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.1 โมเดลคนปั่นจักรยาน

โจทย์เลข

- โจทย์เลขและคำตอบให้เลือกสามตัวเลือก เมื่อชนคำตอบที่ถูกต้องผู้เล่นจะได้รับคะแนน 5 คะแนน



รูปที่ 3.2 โจทย์เลขในเกม

ผลไม้ จะได้ตามจำนวนที่เก็บได้ 1 ผลเท่ากับ 1 คะแนน แต่จะไม่ได้เอาคะแนนผลไม้ไปรวมกับคะแนนการตอบคำถาม

- แอปเปิ้ล

รูปที่ 3.3 แอปเปิ้ล

- กล้วย

รูปที่ 3.4 กล้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

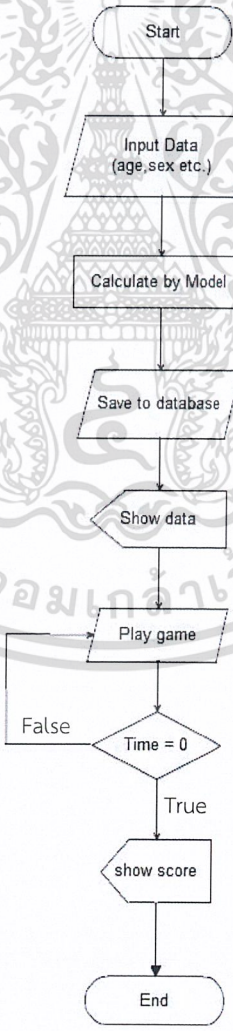
- ลูกแพร

รูปที่ 3.5 ลูกแพร

โครงสร้างของระบบ

การออกแบบโครงสร้างของระบบเกมคณิตศาสตร์ จะมีแผนโครงสร้างเพื่อใช้ในการอธิบายโครงสร้างการทำงานของเกม โดยมีรายละเอียด ดังนี้

- แผนกิจกรรมทั้งหมดของเกม ภาพรวมของเกมจะมี ดังนี้



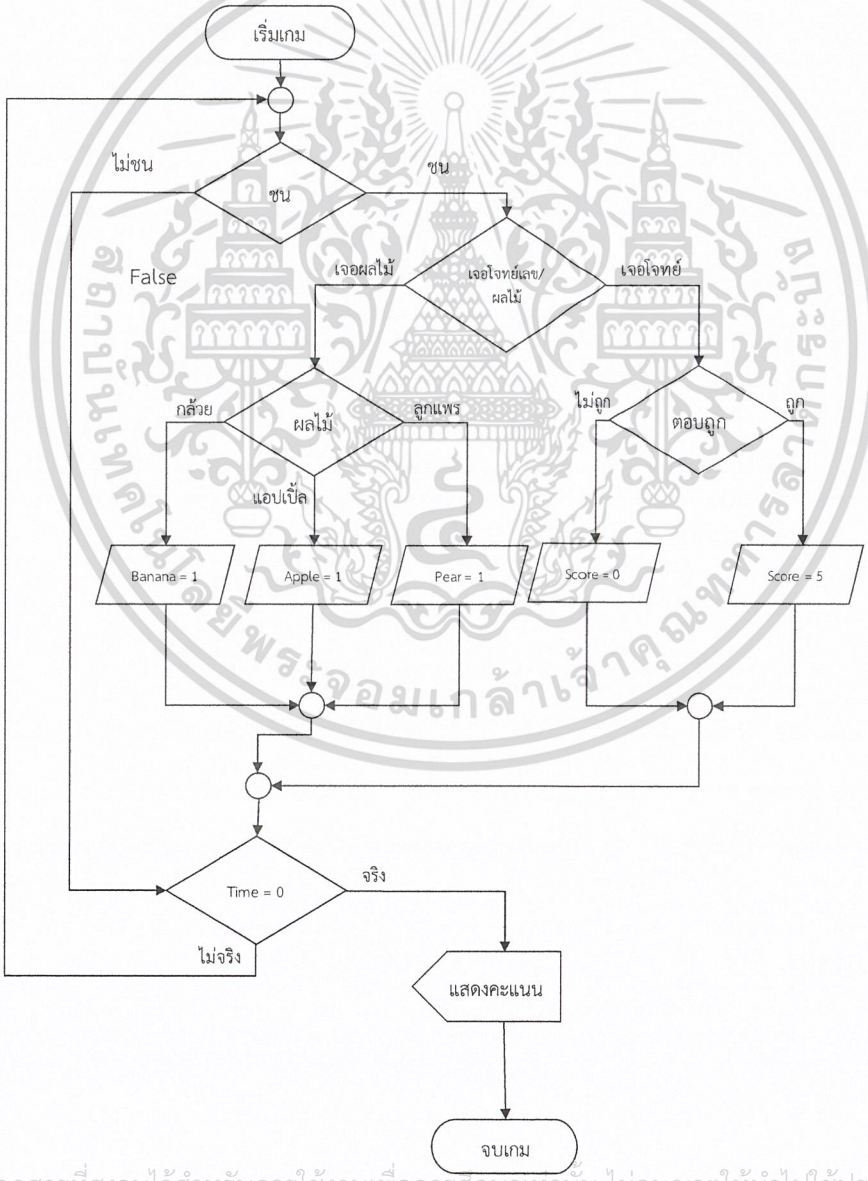
รูปที่ 3.6 แผนภาพกิจกรรมทั้งหมดเกม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 3.6 แผนภาพนี้แสดงลำดับและกิจกรรมการทำงานโดยรวมของเกม โดยผู้เล่นจะต้องกรอกข้อมูล(Input Data) เพื่อให้โปรแกรมคำนวณระยะทางการเล่นเกม(Calculate by Model) จากนั้นข้อมูลจะถูกบันทึกที่ฐานข้อมูล(Save to Database) โปรแกรมจะแสดงข้อมูลระยะทางการปั่นบนหน้าจอ จากนั้นจะเข้าสู่หน้าเกม ในการเล่นเกมผู้เล่นจะต้องเล่นจนหมดเวลา(เวลาเท่ากับศูนย์) จะแสดงข้อมูลคะแนน

เกมคณิตศาสตร์

ในส่วนของการเริ่มเกม จะมีโจทย์การบวกเลข ที่ให้เลือกคำตอบหากตอบถูก score จะเท่ากับ 5 หากตอบผิด จะไม่ได้คะแนนหรือ score เท่ากับ 0 หรือในส่วนของการเก็บผลไม้ ผลไม้จะมีค่าเท่ากับ 1 คะแนน เกมจะดำเนินไปเรื่อยๆ ผู้เล่นจะต้องเล่นจนหมดเวลา



รูปที่ 3.7 แผนภาพลำดับการทำงานของเกม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- การเก็บข้อมูล

ตารางการเก็บข้อมูลของเกมคณิตศาสตร์

ลำดับที่	Name	นิยาม	Type
1	Player_Name	ชื่อและนามสกุลผู้เล่น	String
2	Age	อายุ	Int
3	Sex	เพศ	String
4	Height	ความสูง	Float
5	Weight	น้ำหนัก	Float
6	Disease	โรคประจำตัว	String
7	Score	คะแนน	Int
8	Time	เวลาที่ใช้ปั่น	Float
9	distance	ระยะทาง	Float
10	HR	อัตราการเต้นของหัวใจ	Float
11	Freq	ความถี่ที่ปั่นต่อสัปดาห์	int

ตารางที่ 3.1 ตารางการเก็บข้อมูลของเกมคณิตศาสตร์

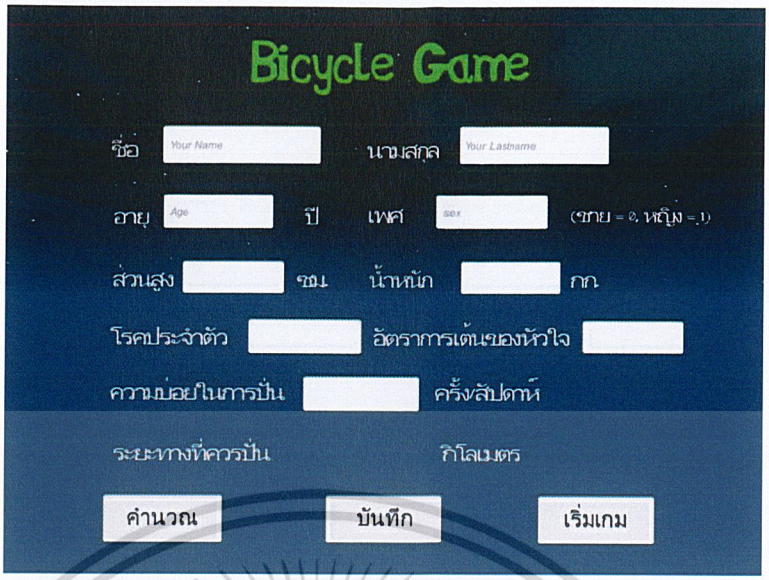
การออกแบบหน้าจอเกม

การออกแบบหน้าจอเกม เป็นส่วนสำคัญในการสร้างเกมเนื่องจาก สามารถทำให้ผู้เล่นเข้าใจเกมได้ง่าย และสามารถใช้งานได้ง่าย

- การออกแบบหน้าการกรอกข้อมูล

หน้ากรอกข้อมูล จะออกแบบให้รองรับการกรอกข้อมูล ประกอบไปด้วย ชื่อ นามสกุล อายุ เพศ ส่ วนสูง น้ำหนัก โรคประจำตัว อัตราการเต้นของหัวใจ และจำนวนครั้งที่ปั่นจักรยานต่อสัปดาห์ เมื่อกดปุ่มคำนวณระยะทางที่ต้องปั่นจะแสดงขึ้น เมื่อกดปุ่มบันทึกข้อมูลจะถูกบันทึกลง Firebase และเมื่อกดปุ่มเริ่มเกมจะเข้าสู่หน้าเล่นเกมทันที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

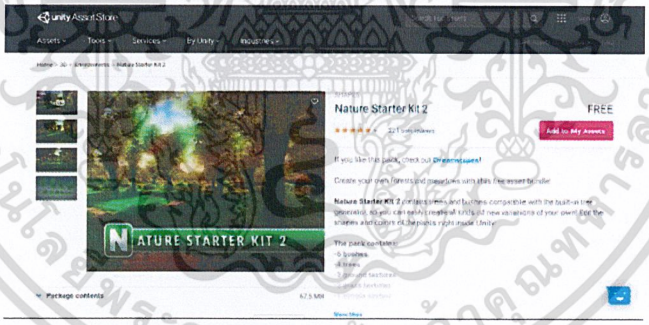


รูปที่ 3.8 หน้าแรกของเกม

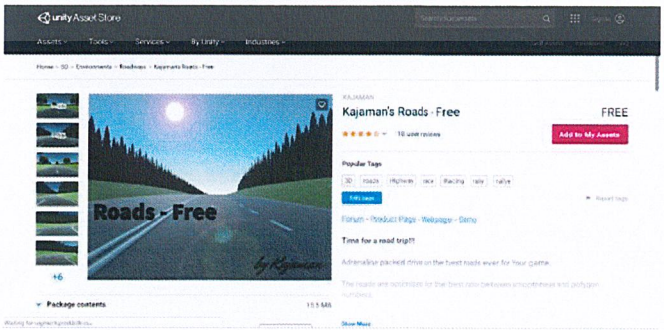
จอภาพการเล่นเกม

การออกแบบฉากเกม

ทำการดาวน์โหลด Object ต่างๆใน Asset store ของ Unity เพื่อนำมาใส่ในฉาก

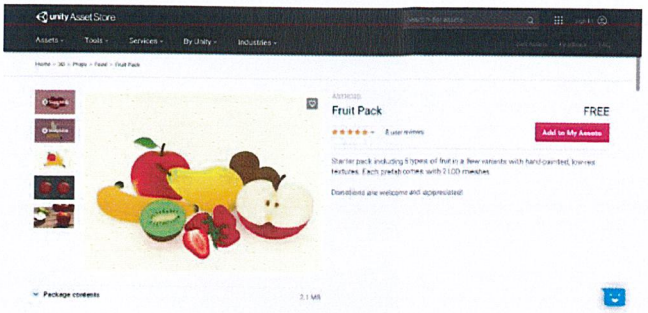


รูปที่ 3.9 ดาวน์โหลดต้นไม้

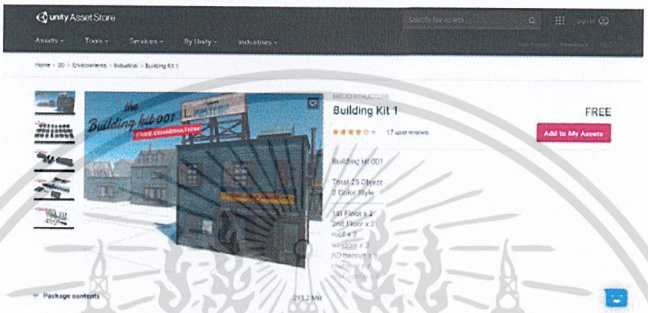


รูปที่ 3.10 ดาวน์โหลดถนน

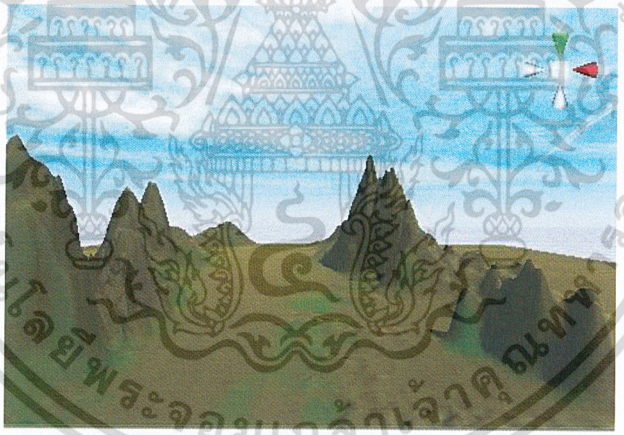
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.11 ดาวน์โหลดผลไม้



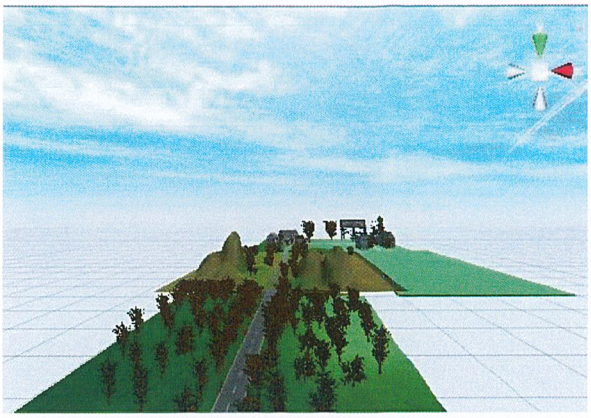
รูปที่ 3.12 ดาวน์โหลดบ้าน



รูปที่ 3.13 ออกแบบแผนที่ในเกม

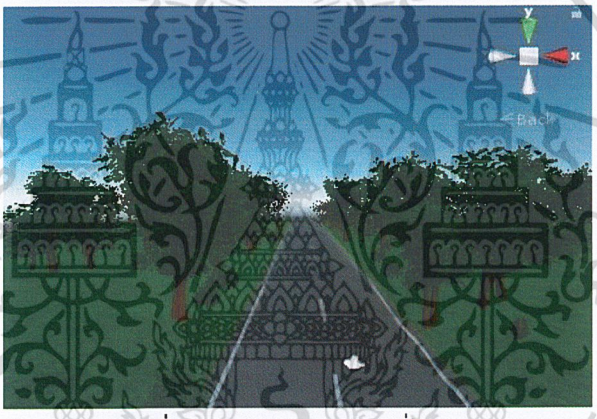
จากรูปที่ 3.13 คือการสร้างแผนที่ ให้มีภูเขาให้นูนสูง โดยการใช้ 3D Object > Terrain และใส่พื้นสีเขียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



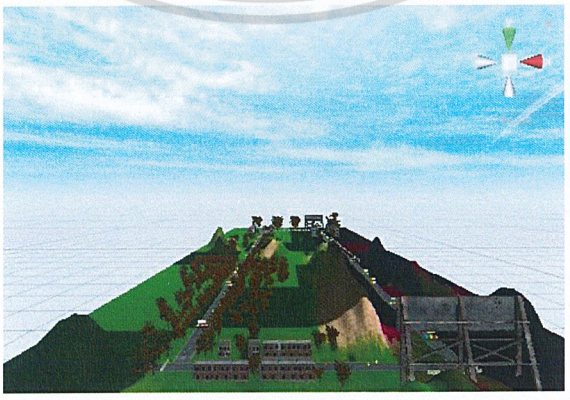
รูปที่ 3.14 ออกแบบแผนที่ในเกม

จากรูปที่ 3.14 นำเอาต้นไม้ที่โหลดมาจาก Asset store มาวางในแผนที่



รูปที่ 3.15 ออกแบบแผนที่ในเกม

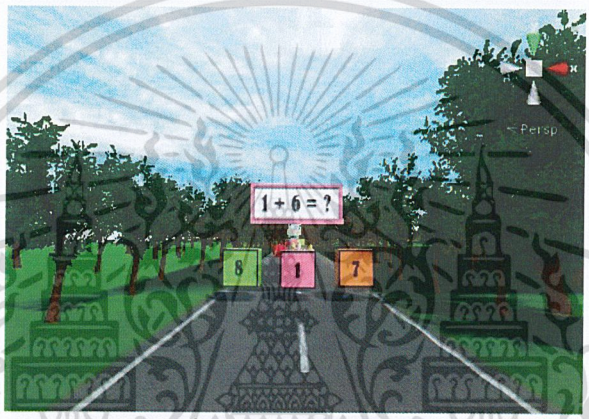
จากรูปที่ 3.15 เป็นการออกแบบทางสำหรับปั่นจักรยาน ทำเส้นทางให้เป็นเส้นตรง โดยใช้ทางที่โหลดมาจาก Asset store



รูปที่ 3.16 แผนที่ในเกม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.17 โมเดลบ้านในเกม

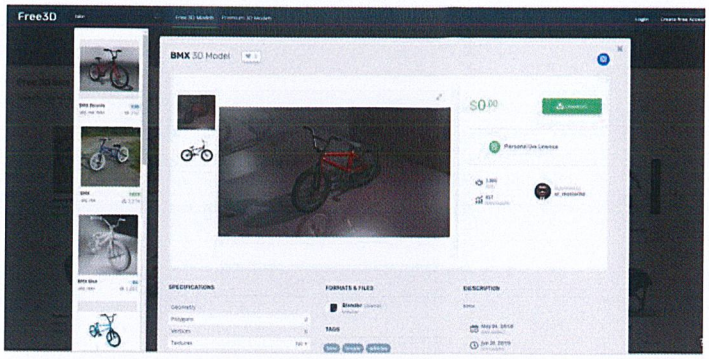


รูปที่ 3.18 โจทย์เลขในเกม

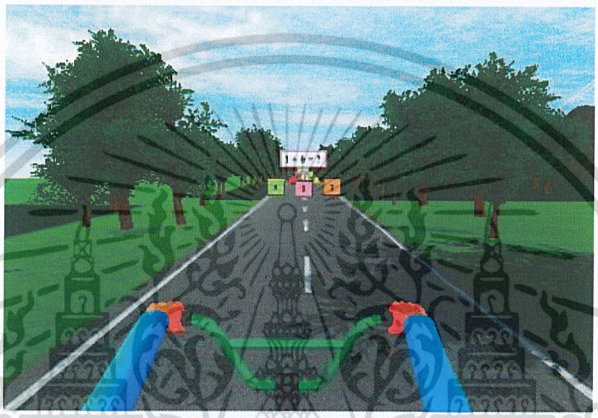
รูปที่ 3.19 จักรยานในเกม

จักรยานในเกมโหลดจาก https://free3d.com/3d-model/bmx-262657.html ดังรูปที่ 3.20 และวาดแขนเพิ่มในโปรแกรม Blender

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.20 โหลดโมเดลจักรยาน



รูปที่ 3.21 มุมมองผู้เล่นในเกม

จัดตำแหน่งกล้องให้เป็นมุมมองของผู้เล่นเกมจะสามารถมองเห็นสิ่งต่างๆ ในเกม ดังรูปที่ 3.21

รูปที่ 3.22 การกดหยุดในเกม

หน้าจอเมนูเมื่อหยุดเกมจะเป็นดังรูปที่ 3.22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงสร้างภายในโปรแกรม

- class Player

  เป็นคลาสที่จัดการควบคุมการเคลื่อนที่ของผู้เล่น และตรวจสอบการชนวัตถุ

```
public CharacterController Controller;
public GameLogic control;
public float PlayerSpeed = 6.0f ;
float turnSpeed = 20.0f;
public float gravity = 20.0f;

Renderer rend; //new
SerialPort sp = new SerialPort("COM3", 9600);


// Use this for initialization
0 references
void Start()
{
    sp.Open();
    sp.ReadTimeout = 10;

    rend = GetComponent<Renderer>();
    rend.enabled = true;

    Controller = GetComponent<CharacterController>();
}
```

รูปที่ 3.23 โค้ดประกาศตัวแปร

จากรูปที่ 3.23 เป็นการประกาศตัวแปร และการรับค่าจากอุปกรณ์เซนเซอร์จักรยาน

```
if (Input.GetKey(KeyCode.LeftArrow))
{
    transform.Translate(-Vector3.right * turnSpeed * Time.deltaTime);
}
if (Input.GetKey(KeyCode.RightArrow))
{
    transform.Translate(Vector3.right * turnSpeed * Time.deltaTime);
}
if (Input.GetKey(KeyCode.UpArrow))
{
    transform.Translate(Vector3.forward * PlayerSpeed * Time.deltaTime);
}
if (Input.GetKey(KeyCode.F))
{
    transform.Rotate(0, 90, 0);
}
```

รูปที่ 3.24 โค้ดเงื่อนไขการเคลื่อนที่

จากรูปที่ 3.24 เป็นการกำหนดเงื่อนไขการเคลื่อนที่ไปข้างหน้า ซ้าย และขวา โดยรับค่าจากคีย์บอร์ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
var type = message[0];
var value = float.Parse(message.Substring(1));

switch (type)
{
    case 'M':
        if (value > 1) transform.Translate(Vector3.forward * value * Time.deltaTime);
        rpm = value;
        break;
    case 'H':

        break;
    case 'L':
       transform.Translate(-Vector3.right * turnSpeed * Time.deltaTime);
        break;
    case 'R':
        transform.Translate(Vector3.right * turnSpeed * Time.deltaTime);
        break;
}
```

รูปที่ 3.25 โค้ดเงื่อนไขการเคลื่อนที่

จากรูปที่ 3.25 เป็นการกำหนดเงื่อนไขการเคลื่อนที่ไปข้างหน้า ซ้าย และขวา โดยรับค่าจากอุปกรณ์เซ็นเซอร์จักรยาน

```
if(other.gameObject.name == "Cube1")
{
    control.GetItems();
}
if (other.gameObject.name == "Cube5")
{
    control.GetItems();
}
if (other.gameObject.name == "Cube7")
{
    control.GetItems();
}
if (other.gameObject.name == "Cube12")
{
    control.GetItems();
}
if (other.gameObject.name == "Cube15")
{
    control.GetItems();
}
if (other.gameObject.name == "Cube16")
{
    control.GetItems();
}
```

รูปที่ 3.26 โค้ดตรวจสอบการชนวัตถุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
if (other.gameObject.name == "turnright")
{
    control.TransForm();
}
if (other.gameObject.name == "turnright (1)")
{
    control.TransForm();
}
if (other.gameObject.name == "turnright (2)")
{
    control.TransForm();
}
if (other.gameObject.name == "turnright (3)")
{
    control.SceneLoad();
}
Destroy(other.gameObject);
```

รูปที่ 3.27 โค้ดตรวจสอบการชนวัตถุ

```
Destroy(other.gameObject);
```

รูปที่ 3.28 โค้ดสั่งให้ทำลายวัตถุเมื่อชน

จากรูปที่ 3.26 และ 3.27 เป็นการตรวจสอบการชนวัตถุในเกม เมื่อชนวัตถุแล้วทำให้วัตถุหายไปในแบบคำสั่งในรูปที่ 3.28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- class GameLogic

เป็นคลาสที่จัดการหน้าจอเกม เมื่อหมดระยะทางที่กำหนด การเก็บคะแนน การกดหยุด

```
float timeperiod = 0f ;
public static int Score = 0 ;
public static int Apple = 0;
public static int Bananna = 0;
public static int Pear = 0;
string hartrate = "0";
float distance = 0f;
string text;
public GUISkin NormalSkin;
public bool isGameOver = false;

public string LoadSceneUI;
public CharacterController Controller;


public string levelToLoad;
public string levelToLoad1;

public bool gamePause = false;

public static string highscore;
public static string T;
public static string dt;
public static float RPM;
```

รูปที่ 3.29 โค้ดประกาศตัวแปร

จากรูปที่ 3.29 เป็นการประกาศตัวแปร

```
void Update()
{
    if (isGameOver)
        return;
    timeperiod -= Time.deltaTime;


    if (timeperiod <= 0)
    {
        isGameOver = true;
    }
}
```

รูปที่ 3.30 โค้ดเงื่อนไขเกมจบ

จากรูปที่ 3.30 เป็นเงื่อนไขการจบเกมเมื่อระยะทางเท่ากับ 0 โดยที่เวลาจะลดลงเรื่อยๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
public void GetItems()
{
    Score += 5;
}
17 references
public void GetApple()
{
    Apple += 1;
}
17 references
public void GetBanana()
{
    Bananna += 1;
}
14 references
public void GetPear()
{
    Pear += 1;
}
```

รูปที่ 3.31 โค้ดกำหนดคะแนนให้กับวัตถุ

จากรูปที่ 3.31 เป็นการกำหนดค่าให้กับวัตถุแต่ละวัตถุ

```
GUI.skin = NormalSkin;
if ( !isGameOver)
{
    GUI.Label(new Rect(10, 10, Screen.width / 5, Screen.height / 6),
        "TIME : " + ((float)timeperiod).ToString("###"));
    GUI.Label(new Rect(Screen.width / 3, 10, Screen.width / 6, Screen.height / 6),
        "SCORE : " + ((int)Score).ToString());
    GUI.Label(new Rect(Screen.width/3,50,300,100 ),
        "APPLE x " + Apple);
    GUI.Label(new Rect(Screen.width / 3, 90, 300, 100),
        "BANANA x " + Bananna);
    GUI.Label(new Rect(Screen.width / 3, 130, 300, 100),
        "PEAR x " + Pear);
    GUI.Label(new Rect(10, 50, 300, 100),
        "HEART RATE : " + ((float)heartrate).ToString());
    GUI.Label(new Rect(10, 90, 300, 100),
        "DISTANCE : " + ((string)distance).ToString());

}
```

รูปที่ 3.32 โค้ดแสดงข้อมูลบนหน้าจอ

จากรูปที่ 3.32 เป็นเงื่อนไขแสดงข้อมูลต่างๆ บนหน้าเกมขณะเล่นเกม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
if (gamePause)
{


    //Show Total Score
    GUI.Box(new Rect(Screen.width / 4,
                     Screen.height / 4,
                     Screen.width / 2,
                     Screen.height / 2),
    "Your exercise successfully\nYour score : " + (int)Score + "\n" + "Distance : " + distance
    + "    " + "Hartrate : " + hartrate + "\n" + "Time : " + timeperiod.ToString("####.00"));


    if (GUI.Button(new Rect(Screen.width / 4 + 10,
                            Screen.height / 4 + Screen.height / 10 + 220,
                            Screen.width / 2 - 20, Screen.height / 10), "SAVE"))
    {
        SceneManager.LoadScene(LoadSceneUI);//ไปที่หน้ากรอกข้อมูล
    }
    if (GUI.Button(new Rect(Screen.width / 4 + 10,
                             Screen.height / 4 + Screen.height / 10 + 155,
                             Screen.width / 2 - 20,
                             Screen.height / 10), "RESUME")) //หยุดชั่วคราว
    {
        gamePause = false;
    }
    if (GUI.Button(new Rect(Screen.width / 4 + 10,
                            Screen.height / 4 + 2 * Screen.height / 10 + 10,
                            Screen.width / 2 - 20,
                            Screen.height / 10), "RESTART"))
    {
```

รูปที่ 3.33 โค้ดหยุดเกมชั่วคราว

จากรูปที่ 3.33 เป็นเงื่อนไขแสดงข้อมูลต่างๆ เมื่อกดหยุดเกม

- class FireDatabase

  เป็นคลาสที่จะส่งข้อมูลไปที่ database บน Firebase

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
public InputField Name;
public InputField LName;
public InputField age;
public InputField high;
public InputField weigh;
public InputField disease;
public InputField sex;
public InputField dist;
public InputField hr;
public InputField Freq;
public DatabaseReference reference;

public Text time;
public Text disT;

public static string Username;
public static int Age;
public static int Sex;
public static float High;
public static float Weight;
public static string Disease;
public static float HeartRate;
public static int Frequ;
public static string Day;

public static string score2;
public static string time2;
public static string disT2;
public static float time3;
```

รูปที่ 3.34 โค้ดประกาศตัวแปร

จากรูปที่ 3.34 เป็นการประกาศตัวแปร

```
public void OnSubmit()
{
    Day = System.DateTime.Now.ToString("dd-MM-yyyy HH:mm");
    Username = Name.text + " "+ LName.text;
    Age = int.Parse(age.text);
    Sex = sex.text;
    High = float.Parse(high.text);
    Weight = float.Parse(weigh.text);
    Disease = disease.text;
    score2 = score.text ;
    time2 = time.text;
    disT2 = disT.text;


    PostToDatabase();
}
1 reference
private void PostToDatabase()
{
    User user = new User();
    RestClient.Post("https://gamesuser-bicycle.firebaseio.com/" + Username + ".json", user);
}
```

รูปที่ 3.35 โค้ดส่งข้อมูลไปยัง Firebase

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 3.35 เป็นการกำหนดตัวแปรเพื่อแสดงบน Firebase และส่งข้อมูลที่ได้ไปยัง Database ใน Firebase

- class User

```
public string username;
public int age;
public float height;
public float weight;
public string playerscore;
public string day;
public int sex;
public string disease;
public string time;
public float heartrate;
public int freq;
public string distance;

public string username1;

2 references
public User()
{
    username = FireDatabase.Username;
    age = FireDatabase.Age;
    sex = FireDatabase.Sex;
    height = FireDatabase.High;
    weight = FireDatabase.Weight;
    playerscore = EndGame.scoreUser1;
    day = FireDatabase.Day;
    disease = FireDatabase.Disease;
    distance = FireDatabase.disT2;
    heartrate = FireDatabase.HeartRate;
    freq = FireDatabase.Frequ;

    username1 = EndGame.nameUser1;
}
```

รูปที่ 3.36 โค้ด ภาษา C#

จากรูปที่ 3.36 เป็นคลาสที่ใช้ร่วมกับคลาส FireDatabase

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การดำเนินงานของการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อนำมาทำแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

การศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาเรื่อง เกมคณิตศาสตร์กับการพัฒนาสุขภาพ โดยผู้วิจัยได้ดำเนินตามขั้นตอนดังนี้

1. การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล
3. การเก็บรวมรวบข้อมูล
4. การจัดจำแนกข้อมูล
5. การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

1. การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิเคราะห์ครั้งนี้ คือ คนไทยที่ปั่นจักรยาน ในการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ศึกษาเกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อระยะทางที่เหมาะสมในการปั่นจักรยาน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ คนที่ปั่นจักรยานชาวไทยที่สนามลู่ปั่นจักรยานเจริญสุขมงคลจิต จำนวน 105 ตัวอย่าง

การเก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง

การเก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างในงานวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยจะเก็บข้อมูลโดยใช้วิธีการสุ่ม แบบการเลือกตัวอย่าง ตามขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ใช้การเลือกตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive sampling) เพื่อเจาะจงสถานที่ที่จะใช้ในการสอบถามกลุ่มเป้าหมาย ได้แก่ คนที่ปั่นจักรยานที่เป็นชาวไทยที่สนามลู่ปั่นจักรยานเจริญสุขมงคลจิต

ขั้นตอนที่ 2 ใช้การเลือกตัวอย่างแบบโควตา (Quota sampling) เพื่อกำหนดจำนวนตัวอย่างที่ จะเก็บ โดยเก็บจำนวน 105 ชุด

ขั้นตอนที่ 3 ใช้การเลือกตัวอย่างแบบสะดวก (Convenience sampling) คือการเข้าไปสอบถามจากกลุ่มตัวอย่างที่ได้กำหนดไว้แล้วในขั้นตอนที่ 1 และ 2 ให้ครบตามจำนวน แบบสอบถามจำนวน 105 ชุด

2. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลครั้งนี้ คือ แบบสอบถาม ซึ่งเป็นการรวบรวมข้อมูลจากคนที่ปั่นจักรยานชาวไทยที่อาศัยอยู่ในกรุงเทพมหานครและอยู่ในเขตลาดกระบัง โดยผู้วิจัยสร้างขึ้นโดยการศึกษาค้นคว้าจาก หนังสือและเอกสารต่างๆ โดยลักษณะของแบบสอบถามแบ่งออกเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 แบบสอบถามเกี่ยวกับข้อมูลส่วนบุคคลของคนที่ปั่นจักรยาน ได้แก่

1. เพศ เป็นแบบสอบถามชนิดปลายปิด (Close - ended response question) โดยใช้ระดับการวัดข้อมูลประเภทนามบัญญัติ (Nominal Scale) ได้แก่

1.1 เพศชาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 เพศหญิง

2. อายุ เป็นแบบสอบถามชนิดปลายเปิด Open-ended Question โดยใช้ระดับมาตราอัตราส่วน (Ratio scale)

3. โรคประจำตัวเป็นแบบสอบถามชนิดปลายปิด (Close - ended response question) โดยใช้ระดับการวัดข้อมูลประเภทนามบัญญัติ(Nominal Scale) ได้แก่

3.1 ไม่มี

3.2 มี โปรดระบุ

4. น้ำหนัก เป็นแบบสอบถามชนิดปลายเปิด Open-ended Question โดยใช้ระดับมาตราอัตราส่วน (Ratio scale)

5. ส่วนสูง เป็นแบบสอบถามชนิดปลายเปิด Open-ended Question โดยใช้ระดับมาตราอัตราส่วน (Ratio scale)

ตอนที่ 2 แบบสอบถามเกี่ยวกับการใช้จักรยาน

6. แบบสอบถามเกี่ยวกับประเภทของจักรยานเป็นแบบสอบถามชนิดปลายปิด (Close - ended response question) โดยใช้ระดับการวัดข้อมูลประเภทนามบัญญัติ(Nominal Scale) ได้แก่

6.1 Mountain Bike (จักรยานเสือภูเขา)

6.2 Fixed Gear (จักรยานแข่ง แบบไม่มีเกียร์)

6.3 Road Bike (จักรยานขับบนถนนทางเรียบ)

6.4 Stationary Bike(จักรยานในฟิตเนส)

6.5 BMX (จักรยานวิบาก)

6.6 Utility Bike (จักรยานทั่วไป ปั่นแถวบ้าน ปั่นไปจ่ายตลาด)

6.7 อื่นๆ

7. แบบสอบถามเกี่ยวกับอาการของโรคหลังปั่นจักรยานเฉพาะผู้ที่มีโรคประจำตัว เป็นแบบสอบถามชนิดปลายปิด (Close - ended response question) โดยใช้ระดับการวัดข้อมูลประเภทนามบัญญัติ (Nominal Scale) ได้แก่

7.1 ดีขึ้น

7.2 ทรงตัว

7.3 แย่ลง

7.4 ไม่ทราบ

8. แบบสอบถามเกี่ยวกับระยะทางในการปั่นจักรยานที่ผู้ทำแบบสอบถามรู้สึกเหนื่อยหรือขีดจำกัดของระยะทางในการปั่นจักรยานซึ่งมีหน่วยเป็นกิโลเมตร เป็นแบบสอบถามชนิดปลายเปิด Open-ended Question โดยใช้ระดับมาตราอัตราส่วน (Ratio scale)

9. แบบสอบถามเกี่ยวกับเวลาในการปั่นจักรยานที่ผู้ทำแบบสอบถามรู้สึกเหนื่อยหรือขีดจำกัดของเวลาในการปั่นจักรยานซึ่งมีหน่วยเป็นนาที เป็นแบบสอบถามชนิดปลายเปิด Open-ended Question โดยใช้ระดับมาตราอัตราส่วน (Ratio scale)

เอกสารนี้มีลิขสิทธิ์ สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10. แบบสอบถามเกี่ยวกับอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุดขณะเหนื่อย ซึ่งมีหน่วยเป็นครั้งต่อนาทีเป็นแบบสอบถามชนิดปลายเปิด (Open-ended Question) โดยใช้ระดับมาตราอัตราส่วน (Ratio scale)

11. แบบสอบถามเกี่ยวกับพฤติกรรมการปั่นจักรยานของผู้ทำแบบสอบว่าในหนึ่งสัปดาห์ปั่นจักรยานกี่ครั้ง ซึ่งเป็นแบบสอบถามชนิดปลายเปิด (Open-ended Question) โดยใช้ระดับมาตราอัตราส่วน (Ratio scale)

วิธีการหาคุณภาพเครื่องมือ

1.นำแบบสอบถามที่ได้ทำการสร้างขึ้นให้อาจารย์ที่ปรึกษาพิจารณาความถูกต้อง และให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

2.แก้ไขปรับปรุงแบบสอบถามตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา

3.นำแบบสอบถามที่ปรับปรุงแล้วให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความเที่ยงตรง

4.แก้ไขปรับปรุงแบบสอบถามตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ จากนั้นนำเสนออาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบอีกครั้งหนึ่งเพื่อปรับปรุงแก้ไขก่อนนำไปทดลองใช้

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

การศึกษาวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาข้อมูลปฐมภูมิและข้อมูลทุติยภูมิ เพื่อช่วยสร้างความเข้าใจพื้นฐานในการวิจัยช่วยออกแบบสอบถาม ตลอดจนช่วยให้ได้ข้อมูลที่สมบูรณ์ยิ่งขึ้นโดยมีแหล่งที่มาของข้อมูล ดังนี้

3.1 ข้อมูลทุติยภูมิ (Secondary Data) เป็นการ ค้นหาข้อมูลจากเอกสาร วารสารที่สามารถอ้างอิงได้ ผลงานวิจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องรวมถึงแหล่งข้อมูลทางอินเทอร์เน็ต เพื่อประกอบการสร้างแบบสอบถาม

3.2 ข้อมูลปฐมภูมิ (Primary Data) เป็นข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถามเก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 105 คน ซึ่งจะดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างตามที่ได้กำหนดไว้จนครบตามจำนวนโดยขอความร่วมมือจากกลุ่มตัวอย่างที่เป็นคนปั่นจักรยานชาวไทยที่สนามลู่ปั่นจักรยานเจริญสุขมงคลจิต

4. การจัดจำแนกข้อมูล

การจัดกระทำข้อมูล

4.1 ตรวจสอบข้อมูล (Editing) ผู้วิจัยตรวจสอบความสมบูรณ์ของการตอบแบบสอบถาม โดยแยกแบบสอบถามที่ไม่สมบูรณ์ออก

4.2 ทำการแบ่งข้อมูลโดยแบ่งเป็นช่วงอันตรภาคชั้น โดยใช้สูตร

$$\text{จำนวนอันตรภาคชั้น} = \frac{\text{พิสัย}}{\text{ความกว้างของอันตรภาคชั้น}}$$

$$= \frac{80-20}{3} = 20$$

จะได้ช่วงที่ 1 คือ 21-40

จะได้ช่วงที่ 2 คือ 41-60

จะได้ช่วงที่ 3 คือ 61-80

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้น ทำการแบ่งข้อมูลโดยแบ่งเป็นเพศชายและเพศหญิง ดังนั้นจะแบ่งข้อมูลได้เป็น 6 ชุดคือ

ชายอายุ 21-40 ปี, หญิงอายุ 21-40 ปี

ชายอายุ 41-60 ปี, หญิงอายุ 41-60 ปี

ชายอายุ 61-80 ปี, หญิงอายุ 61-80 ปี

4.3 การลงรหัส (Coding) นำแบบสอบถามที่ถูกต้องเรียบร้อยแล้ว มาลงรหัสตามที่ได้กำหนด รหัสไว้ล่วงหน้า

5. การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

5.1 นำตัวแปรที่คาดว่ามีผลต่อระยะทางการปั่นจักรยานไปวิเคราะห์เพื่อหาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์โดยใช้การวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ (Multiple Regression Analysis) ซึ่งแบ่งสมการออกเป็น 6 สมการตามการจัดจำแนกชุดข้อมูล

5.2 การวิเคราะห์เพื่อสร้างสมการถดถอยหรือสมการพยากรณ์ปัจจัยที่มีผลต่อเวลาในการปั่นจักรยานโดยหาค่าสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปลตาม(Response , Dependent variable , Y) และตัวแปลต้น(Predictor, Independent variable, X) มากกว่าหนึ่งตัว โดยมี Correlation Coefficient(*r*) หรือ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เป็นตัวบ่งชี้ถึงความสัมพันธ์ ซึ่งค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์นี้จะมีค่าอยู่ระหว่าง -1.0 ถึง +1.0 ซึ่งหากมีค่าใกล้ -1.0 นั้นหมายความว่าตัวแปรทั้งสองตัวมีความสัมพันธ์กันอย่างมากในเชิงตรงกันข้ามหากมีค่าใกล้ +1.0 นั้นหมายความว่า ตัวแปรทั้งสองมีความสัมพันธ์กันโดยตรงอย่างมาก และหากมีค่าเป็น 0 นั้นหมายความว่า ตัวแปรทั้งสองตัวไม่มีความสัมพันธ์ต่อกัน

5.3 ผู้วิจัยใช้ โปแกรม R-studio มาช่วยในการหาค่าสหสัมพันธ์และแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ โดยมีขั้นตอนดังนี้

5.3.1 ในขั้นตอนแรกต้องนำเข้า Packages ที่ต้องการใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ซึ่ง Packages ที่จำเป็นต้องใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลประกอบไปด้วย xlsx, tseries, readxl, ggcorrplot

```
library("xlsx", lib.loc="~/R/win-library/3.4")
library("tseries", lib.loc="~/R/win-library/3.4")
library("readxl", lib.loc="~/R/win-library/3.4")
library("ggcorrplot", lib.loc="~/R/win-library/3.4")
```

รูปที่ 3.37 การนำเข้า Packages ในโปรแกรม R

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3.2 ทำการนำเข้าข้อมูลจากไฟล์ Excel

Filter

	sex	age	Disease	weight	height	type	sysptom	distance(km)	time(hr)
1	1	27	7	88.0	181	2	2	12.0	0.50
2	1	24	0	76.0	173	1	0	50.0	1.00
3	1	35	0	76.0	170	2	0	40.0	2.00
4	1	26	0	68.0	180	2	0	30.0	1.00
5	1	25	0	67.0	169	2	0	30.0	1.00
6	1	25	0	100.0	178	2	0	200.0	2.00
7	1	34	1	113.0	179	2	1	35.0	1.30
8	1	26	0	83.5	175	2	0	70.0	2.00
9	1	30	8	64.0	178	2	1	70.0	2.00
10	1	35	0	80.0	175	2	0	100.0	4.00
11	1	37	0	70.0	174	2	0	50.0	1.75
12	1	37	1	62.0	173	2	1	25.0	1.00
13	1	33	0	75.0	168	2	1	50.0	1.30
14	1	30	0	63.0	164	9	0	23.5	0.76
15	1	35	0	85.0	167	2	0	50.0	1.30

รูปที่ 3.38 การนำข้อมูลเข้าโปรแกรม

5.3.3 ทำการอ่านข้อมูลที่ละคอลัมน์

กำหนดให้ age=อายุ wei=น้ำหนัก hei=ส่วนสูง dis=ระยะทาง freq=จำนวนครั้งที่ปั่นจักรยานต่อสัปดาห์ HR=อัตราการเต้นของหัวใจขณะเหนื่อย

```
age <- read.xlsx("C:/Users/Ecc/Desktop/project/โปรเจค/data-BI-1-4.xlsx",6,colIndex = 3)
wei <- read.xlsx("C:/Users/Ecc/Desktop/project/โปรเจค/data-BI-1-4.xlsx",6,colIndex = 5)
hei <- read.xlsx("C:/Users/Ecc/Desktop/project/โปรเจค/data-BI-1-4.xlsx",6,colIndex = 6)
dis <- read.xlsx("C:/Users/Ecc/Desktop/project/โปรเจค/data-BI-1-4.xlsx",6,colIndex = 9)
freq<- read.xlsx("C:/Users/Ecc/Desktop/project/โปรเจค/data-BI-1-4.xlsx",6,colIndex = 10)
HR <- read.xlsx("C:/Users/Ecc/Desktop/project/โปรเจค/data-BI-1-4.xlsx",6,colIndex = 11)
```

รูปที่ 3.39 การกำหนดตัวแปรในโปรแกรม R

5.3.4 ทำให้ข้อมูลอยู่ในชุดของเวลาโดยใช้ คำสั่ง ts()

กำหนดให้ age1=อายุ wei1=น้ำหนัก hei1=ส่วนสูง dis1=ระยะทาง freq1=จำนวนครั้งที่ปั่นจักรยานต่อสัปดาห์ HR1=อัตราการเต้นของหัวใจขณะเหนื่อย

```
age1<-ts(age)
wei1<-ts(wei)
hei1<-ts(hei)
dis1<-ts(dis)
freq1<-ts(freq)
HR1<-ts(HR)
```

รูปที่ 3.40 การให้ข้อมูลอยู่ในรูปแบบ time serie

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3.5 ทำการสร้างกรอบข้อมูล จะได้ผลดังรูป

```
> data1<-data.frame(age1,wei1,hei1,dis1,freq1,HR1)
> data1
   age weight height dis30min freq    hr
1   27   88.0    181 12.00000    3 115.8
2   24   76.0    173 25.00000    3 117.6
3   35   76.0    170 10.00000    2 111.0
4   26   68.0    180 15.00000    3 170.0
5   25   67.0    169 15.00000    1 168.0
6   25  100.0    178 50.00000    7 195.0
7   34  113.0    179 13.46154    4 145.0
8   26   83.5    175 17.50000    6 175.0
9   30   64.0    178 17.50000    5 198.0
10  35   80.0    175 12.50000    5 204.0
11  37   70.0    174 14.28571    2 175.0
12  37   62.0    173 12.50000    5 110.0
13  33   75.0    168 19.23077    4 160.0
14  30   63.0    164 15.46053    3 190.0
15  35   85.0    167 19.23077    2 150.0
16  39   70.0    170 10.00000    3 109.0
17  38   83.0    165 10.00000    1 191.0
18  39   80.0    165 12.50000    3 190.0
```

รูปที่ 3.41 แสดงข้อมูลในแบบ data frame

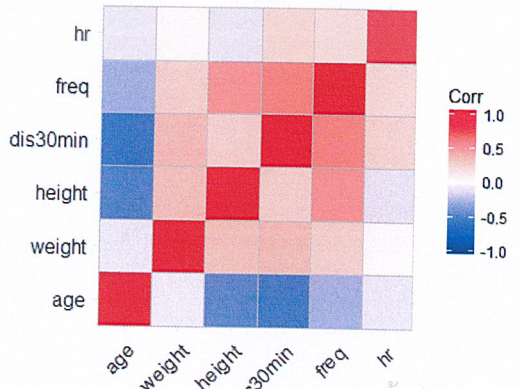
5.3.6 หาค่าสหสัมพันธ์ โดยใช้คำสั่ง cor() จะได้ค่าดังรูป

```
> cor(data1)
              age      weight      height   dis30min       freq          hr
age     1.00000000 -0.05852823 -0.46012195 -0.5260395 -0.2641144 -0.07747896
weight -0.05852823  1.00000000  0.32052593  0.3485995  0.2579820  0.02878238
height -0.46012195  0.32052593  1.00000000  0.2474057  0.5049606 -0.09809323
dis30min -0.52603945 0.34859954 0.24740565 1.0000000  0.5551344  0.25470369
freq   -0.26411436  0.25798205  0.50496058  0.5551344  1.0000000  0.21246480
hr     -0.07747896  0.02878238 -0.09809323  0.2547037  0.2124648  1.00000000
```

รูปที่ 3.42 การหาค่าสหสัมพันธ์

5.3.7 หาค่าสหสัมพันธ์ โดยใช้คำสั่ง ggcorrplot() จะได้ค่าดังรูป

```
> ggcorrplot(cor(data1))
```



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.43 คำสั่งพล็อตกราฟ

5.3.8 วิเคราะห์หาสมการที่เหมาะสม โดยการใช้ Multiple Regression Analysis

```
> reg<-lm(dis1~age1+wei1+hei1+freq1+HR1,(data1))
> reg

Call:
lm(formula = dis1 ~ age1 + wei1 + hei1 + freq1 + HR1, data = (data1))

Coefficients:
(Intercept)         age1         wei1         hei1        freq1          HR1
  113.10607     -0.90306      0.20445     -0.55564      2.73082      0.01843

> summary(reg)

Call:
lm(formula = dis1 ~ age1 + wei1 + hei1 + freq1 + HR1, data = (data1))

Residuals:
     Min       1Q   Median       3Q      Max
-11.5709  -3.4411  -0.0418   1.6884  15.2202

Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept) 113.10607   77.14114   1.466   0.1683
age1         -0.90306    0.36430  -2.479   0.0290 *
wei1          0.20445    0.13751   1.487   0.1629
hei1         -0.55564    0.42086  -1.320   0.2114
freq1         2.73082    1.25479   2.176   0.0502 .
HR1           0.01843    0.05327   0.346   0.7354
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 6.991 on 12 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.5884,    Adjusted R-squared:  0.4169
F-statistic: 3.431 on 5 and 12 DF,  p-value: 0.03719
```

รูปที่ 3.44 การหาสมการโดยใช้ Multiple Regression Analysis

จากการวิเคราะห์หาแบบจำลองที่เหมาะสมจะได้ 6 สมการ ดังนี้

- สำหรับ เพศชาย อายุ 21-40 ปี จะได้สมการ คือ

  Y = 113.1061 - (0.9031 × age) + (0.2045 × weight) - (0.5556 × height) + (2.7308 × freq) + (0.0184 × HR) (3.1)

- สำหรับ เพศหญิง อายุ 21-40 ปี จะได้สมการ คือ

  Y = 9.3714 - (0.1751× age) - (0.0453 × weight) + (0.0457 × height) + (2.6349 × freq) - (0.0224 × HR) (3.2)

- สำหรับ เพศชาย อายุ 41-60 ปี จะได้สมการ คือ

  Y = 28.6015 - (0.0469 × age) - (0.1361 × weight) - (0.0160 × height) + (0.3364 × freq) - (0.0095 × HR) (3.3)

- สำหรับ เพศหญิง อายุ 41-60 ปี จะได้สมการ คือ

  Y = 29.7599 - (0.0462 × age) - (0.1871 × weight) - (0.0312 × height) + (0.3642 × freq) - (0.0095 × HR) (3.4)

- สำหรับ เพศชาย อายุ 61-80 ปี จะได้สมการ คือ

  Y = 7.4943 - (0.1078 × age) - (0.0567 × weight) + (0.0595 × height) + (0.0667 × freq) + (0.0428× HR) (3.5)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- สำหรับ เพศหญิง อายุ 61-80 ปี จะได้สมการ คือ

$$Y = 102.9247 - (0.3977 \times age) + (0.1527 \times weight) - (0.3084 \times height) - (0.8579 \times freq) - (0.2668 \times HR) \quad (3.6)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการดำเนินงาน

ผลการออกแบบและพัฒนาเกม

เมื่อกรอกข้อมูลที่หน้าแรกของเกม โปรแกรมจะตรวจสอบค่าข้อมูลที่ผู้เล่นกรอกเข้ามา และคำนวณระยะทางที่ปั่นจากสมการที่ (3.2) คือ

$$Y = 9.37143 - (0.17505 \times age) - (0.04528 \times weight) + (0.04565 \times height) + (2.63494 \times freq) - (0.0224 \times HR)$$

รูปที่ 4.1 หน้าแสดงผลระยะเวลาการปั่น

จากรูปที่ 4.1 จะเห็นว่าระยะทางที่ควรปั่นคือ 8 กิโลเมตร เมื่อกดเริ่มเกมเวลาในเกมจะเป็น 30 นาที โดยเป็นเวลาที่เป็นหน่วยวินาที นั้นก็คือ 1800.00 วินาที ระยะเวลาจะนับถอยหลังลงเรื่อยๆ จนเป็น 0 ข้อมูลที่อยู่หน้านี้จะถูกบันทึกที่ Firebase เมื่อกดบันทึก

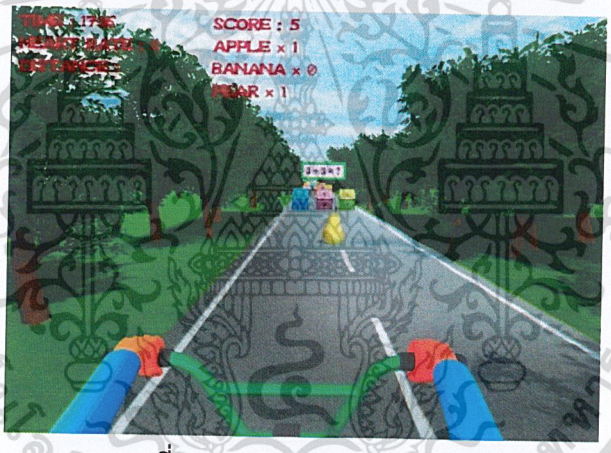
รูปที่ 4.2 จอแสดงผลการเล่นเกม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อชนคำตอบที่ถูกต้องคะแนนจะปรากฏตรง score ดังรูปที่ 4.3

รูปที่ 4.3 จอแสดงผลการเล่นเกม

เมื่อชนผลไม้ชนิดไหน ค่าก็จะปรากฏตรงชนิดนั้น ดังรูปที่ 4.4



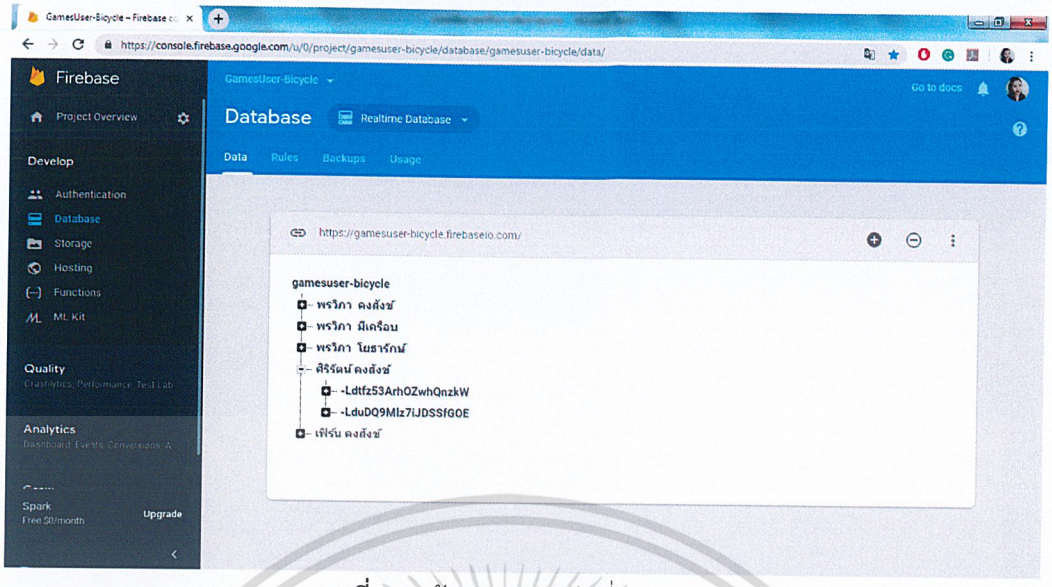
รูปที่ 4.4 จอแสดงผลการเล่นเกม

วิธีการเล่นเกม

เมื่อผู้เล่นกรอกข้อมูลเสร็จ แล้วเข้าสู่หน้าเกม เมื่อเริ่มปั่นจักรยาน จักรยานในเกมจะเริ่มขยับตาม หากผู้เล่นต้องการขยับซ้าย ขวา ให้กดปุ่มตรงที่วางมือ

ข้อมูลที่ผู้เล่นกรอกไว้ที่หน้าแรกของเกม จะถูกบันทึกลง database บน Firebase ดังรูปที่ 4.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.5 ข้อมูลถูกบันทึกที่ Firebase

ผลการทำแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

4.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติพื้นฐาน

อาการหลังปั่น	มีโรคประจำตัว (คน)	มีโรคประจำตัว (%)	ไม่มีโรคประจำตัว (คน)	ไม่มีโรคประจำตัว (%)
อาการดีขึ้น	16	61.5385	10	14.4928
อาการทรงตัว	7	26.9231	2	2.8986
อาการแย่ลง	1	3.8462	0	0.0000
ไม่มีการตอบคำถาม	2	7.6923	57	82.6087
รวม	26	100.0000	69	100.0000

ตารางที่ 4.1 จำนวนคนและร้อยละของอาการหลังการปั่นจักรยาน

จากตารางที่ 4.1 จะเห็นว่าในกลุ่มของคนที่มีโรคประจำตัวจำนวน 26 คน หลังจากปั่นจักรยานมีอาการดีขึ้น 16 คน คิดเป็นร้อยละ 61.5385 และในกลุ่มของคนที่ไม่มีโรคประจำตัวจำนวน 69 คน หลังจากปั่นจักรยานไม่มีคนที่สุขภาพแย่ลง แสดงให้เห็นว่าการปั่นจักรยานมีผลทำให้อาการของผู้ที่มีโรคประจำตัวดีขึ้น และไม่ทำให้ผู้ที่ไม่มีโรคประจำตัวแย่ลง

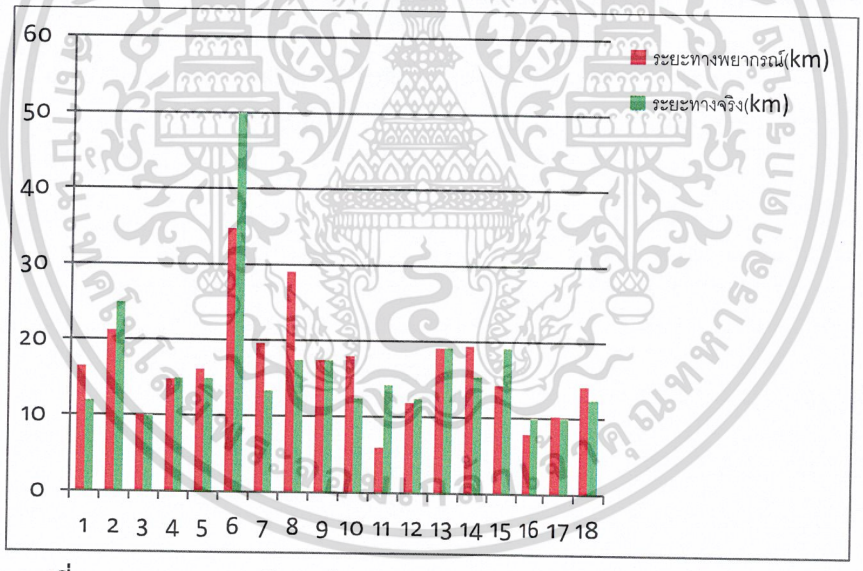
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ผลการวิเคราะห์แบบจำลองทางคณิตศาสตร์

4.2.1 จากสมการที่ (3.1) มีผลพยากรณ์ระยะทางสำหรับการปั่นจักรยาน ดังตารางที่ 4.2 และรูปที่ 4.6

ลำดับ	อายุ	น้ำหนัก(kg)	ส่วนสูง(cm)	ครั้ง/สัปดาห์	อัตราการเต้นหัวใจ(bpm)	ระยะทางจริง(km)	ระยะทางพยากรณ์(km)	ค่าคลาดเคลื่อน(km)
1	27	88	181	3	115.8	12.0000	16.4779	4.4779
2	24	76	173	3	117.6	25.0000	21.2111	3.7889
3	35	76	170	2	111	10.0000	10.0916	0.0916
4	26	68	180	3	170	15.0000	14.8439	0.1561
5	25	67	169	1	168	15.0000	16.1557	1.1557
6	25	100	178	7	195	50.0000	34.7854	15.2146
7	34	113	179	4	145	13.4615	19.6480	6.1865
8	26	83.5	175	6	175	17.5000	29.0761	11.5761
9	30	64	178	5	198	17.5000	17.5015	0.0015
10	35	80	175	5	204	12.5000	18.0352	5.5352
11	37	70	174	2	175	14.2857	6.0136	8.2721
12	37	62	173	5	110	12.5000	11.9296	0.5704
13	33	75	168	4	160	19.2308	19.1677	0.0631
14	30	63	164	3	190	15.4605	19.4666	4.0061
15	35	85	167	2	150	19.2308	14.3165	4.9143
16	39	70	170	3	109	10.0000	7.9462	2.0538
17	38	83	165	1	191	10.0000	10.3330	0.3330
18	39	80	165	3	190	12.5000	14.2596	1.7596

ตารางที่ 4.2 แสดงผลการพยากรณ์ของสมการ



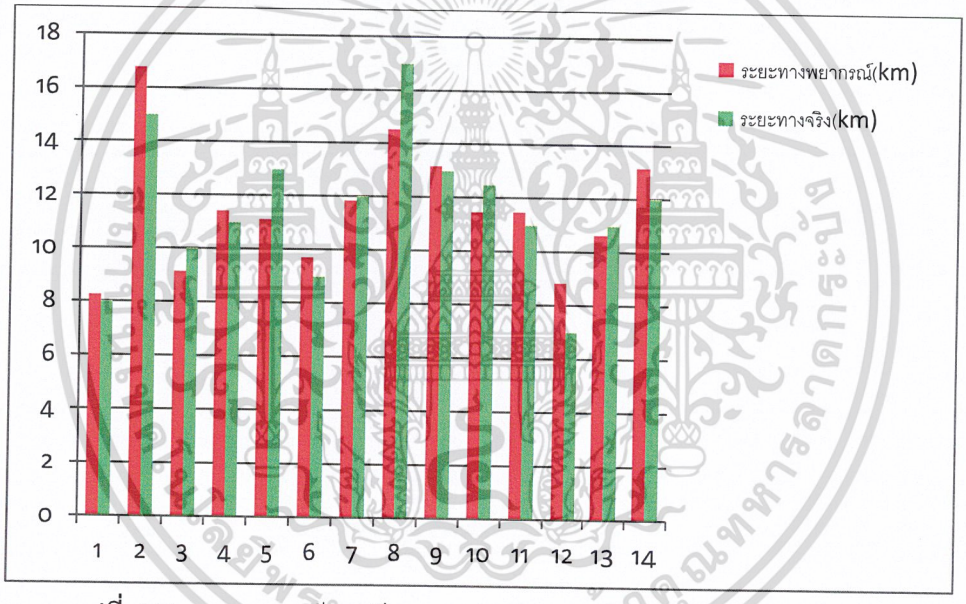
รูปที่ 4.6 แสดงการเปรียบเทียบระหว่างระยะทางจริงกับระยะทางพยากรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2 จากสมการที่ (3.2) มีผลพยากรณ์ระยะทางสำหรับการปั่นจักรยาน ดังตารางที่ 4.3 และรูปที่ 4.7

ลำดับ	อายุ	น้ำหนัก(kg)	ส่วนสูง(cm)	ครั้ง/สัปดาห์	อัตราการเต้นหัวใจ(bpm)	ระยะทางจริง(km)	ระยะทางพยากรณ์(km)	ค่าคลาดเคลื่อน(km)
1	30	70	158	1	114	8.0000	8.2493	0.2493
2	20	43	167	3	120	15.0000	16.7701	1.7701
3	37	70	172	2	165	10.0000	9.1559	0.8441
4	30	63	163	2	114	11.0000	11.4298	0.4298
5	33	46	150	2	112	13.0000	11.1253	1.8747
6	35	74	154	2	111	9.0000	9.7119	0.7119
7	29	46	152	2	115	12.0000	11.8499	0.1501
8	28	52	170	3	145	17.0000	14.5387	2.4613
9	28	50	160	3	190	13.0000	13.1643	0.1643
10	30	52	153	2	114	12.5000	11.4711	1.0289
11	32	52	160	2	112	11.0000	11.4856	0.4856
12	37	52	157	2	185	7.0000	8.8378	1.8378
13	39	76	158	3	160	11.0000	10.6410	0.3590
14	39	55	163	3	100	12.0000	13.1648	1.1648

ตารางที่ 4.3 แสดงผลการพยากรณ์ของสมการ



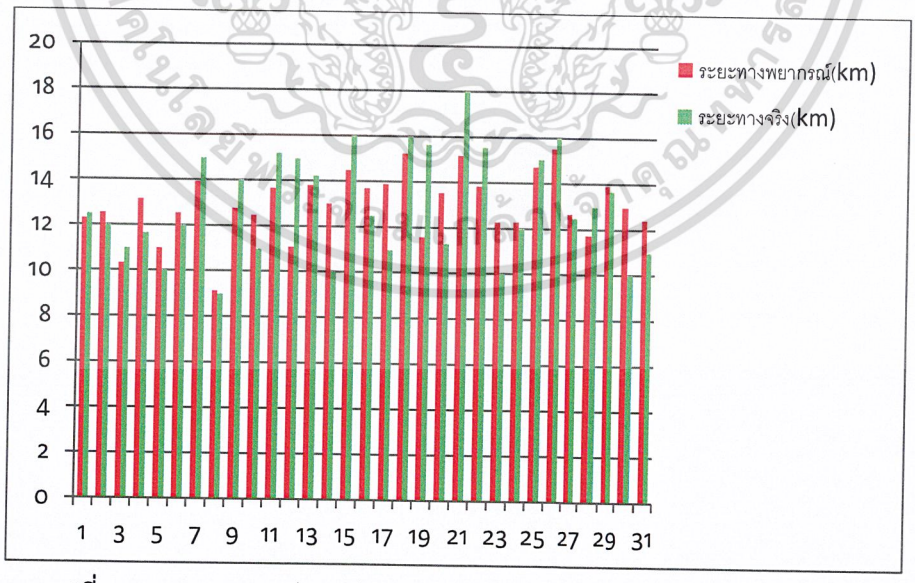
รูปที่ 4.7 แสดงการเปรียบเทียบระหว่างระยะทางจริงกับระยะทางพยากรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.3 จากสมการที่ (3.3) มีผลพยากรณ์ระยะทางสำหรับการปั่นจักรยาน ดังตารางที่ 4.4 และรูปที่ 4.8

ลำดับ	อายุ	น้ำหนัก(kg)	ส่วนสูง(cm)	ครั้ง/สัปดาห์	อัตราการเต้นหัวใจ(bpm)	ระยะทางจริง(km)	ระยะทางพยากรณ์(km)	ค่าคลาดเคลื่อน(km)
1	44	75	175	1	165	12.5000	12.2993	0.2007
2	50	74	171	2	165	12.0000	12.5544	0.5544
3	50	92	173	1	102	11.0000	10.3347	0.6653
4	53	74	163	2	100	11.6667	13.1592	1.4925
5	42	90	175	3	168	10.0000	10.9959	0.9959
6	44	76	172	2	165	12.0000	12.5476	0.5476
7	47	68	171	3	155	15.0000	13.9431	1.0569
8	54	96	174	1	150	9.0000	9.1307	0.1307
9	49	72	180	2	160	14.0000	12.7770	1.2230
10	55	85	170	5	99	11.0000	12.4750	1.4750
11	47	68	168	3	188	15.2300	13.6776	1.5524
12	44	89	172	3	168	15.0000	11.0862	3.9138
13	47	75	170	4	104	14.2500	13.8273	0.4227
14	53	72	173	3	162	10.0000	13.0188	3.0188
15	49	61	168	2	157	16.0000	14.4946	1.5054
16	43	70	175	4	199	12.5000	13.7129	1.2129
17	49	68	169	3	152	11.0000	13.9098	2.9098
18	55	65	166	5	99	16.0000	15.2610	0.7390
19	56	80	175	3	180	15.6667	11.5863	4.0804
20	45	73.5	168	5	205	11.3000	13.5342	2.2342
21	55	70	170	7	99	18.0000	15.1893	2.8107
22	56	60	168	1	170	15.5700	13.8425	1.7275
23	49	80	170	2	115	10.0000	12.2757	2.2757
24	50	78	177	3	160	12.0000	12.2979	0.2979
25	52	62	170	2	101	15.0641	14.7178	0.3463
26	49	60	165	3	103	16.0000	15.5281	0.4719
27	43	76	170	2	160	12.5000	12.6740	0.1740
28	50	81	180	3	170	13.0000	11.7466	1.2534
29	49	65	173	3	185	13.7000	13.9406	0.2406
30	57	74	174	4	150	10.0000	12.9934	2.9934
31	58	70	186	2	170	11.0000	12.4361	1.4361

ตารางที่ 4.4 แสดงผลการพยากรณ์ของสมการ



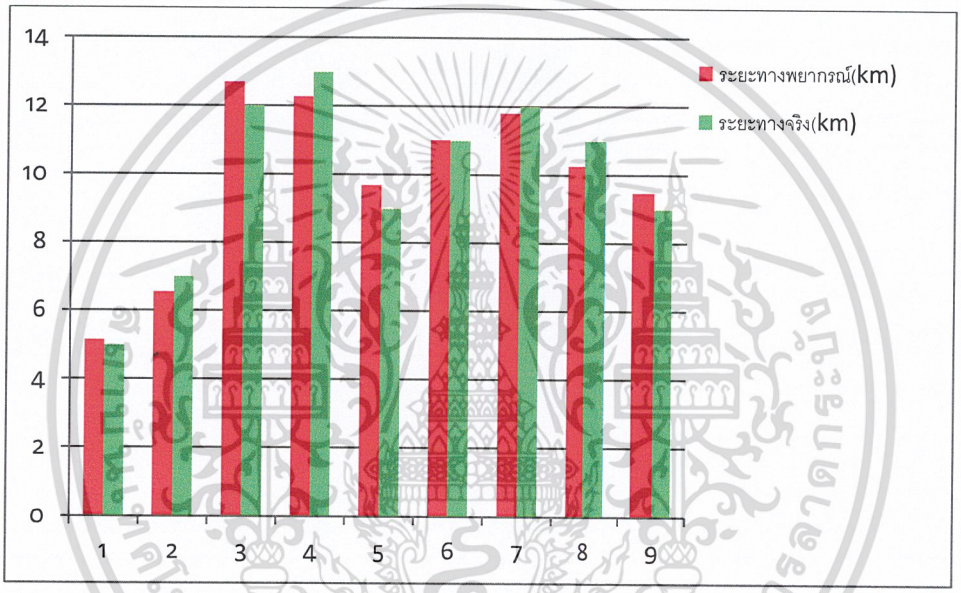
รูปที่ 4.8 แสดงการเปรียบเทียบระหว่างระยะทางจริงกับระยะทางพยากรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.4 จากสมการที่ (3.4) มีผลพยากรณ์ระยะทางสำหรับการปั่นจักรยาน ดังตารางที่ 4.5 และรูปที่ 4.9

ลำดับ	อายุ	น้ำหนัก(kg)	ส่วนสูง(cm)	ครั้ง/สัปดาห์	อัตราการเต้นหัวใจ(bpm)	ระยะทางจริง(km)	ระยะทางพยากรณ์(km)	ค่าคลาดเคลื่อน(km)
1	42	88	165	1	149	5.0000	5.1554	0.1554
2	41	81	165	1	145	7.0000	6.5493	0.4507
3	41	56	157	5	170	12.0000	12.6957	0.6957
4	45	54	168	4	160	13.0000	12.2727	0.7273
5	50	65	160	1	102	9.0000	9.6916	0.6916
6	56	56	157.5	1	120	11.0000	11.0053	0.0053
7	43	58	160	2	90	12.0000	11.8029	0.1971
8	57	65	156	3	98	11.0000	10.2594	0.7406
9	58	66	173	3	100	9.0000	9.4767	0.4767

ตารางที่ 4.5 แสดงผลการพยากรณ์ของสมการ



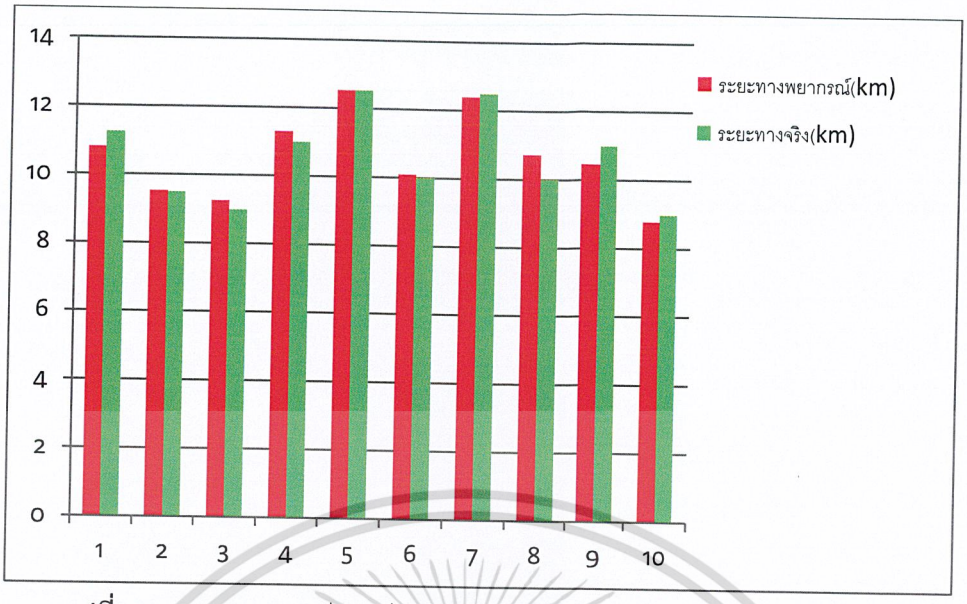
รูปที่ 4.9 แสดงการเปรียบเทียบระหว่างระยะทางจริงกับระยะทางพยากรณ์

4.2.5 จากสมการที่ (3.5) มีผลพยากรณ์ระยะทางสำหรับการปั่นจักรยาน ดังตารางที่ 4.6 และรูปที่ 4.10

ลำดับ	อายุ	น้ำหนัก(kg)	ส่วนสูง(cm)	ครั้ง/สัปดาห์	อัตราการเต้นหัวใจ(bpm)	ระยะทางจริง(km)	ระยะทางพยากรณ์(km)	ค่าคลาดเคลื่อน(km)
1	75	48	170	4	87	11.2500	10.7931	0.4569
2	78	59	162	3	92	9.5000	9.5173	0.0173
3	63	95	165	2	93	9.0000	9.2477	0.2477
4	66	65	169	7	95	11.0000	11.2824	0.2824
5	57	67	174	5	100	12.5400	12.5173	0.0227
6	70	75	175	2	90	10.0000	10.0937	0.0937
7	61	76	178	7	110	12.5000	12.3752	0.1248
8	69	68.5	173	6	90	10.0000	10.7179	0.7179
9	62	87	171	7	92	11.0000	10.4568	0.5432
10	70	89	167	2	89	9.0000	8.7811	0.2189

ตารางที่ 4.6 แสดงผลการพยากรณ์ของสมการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

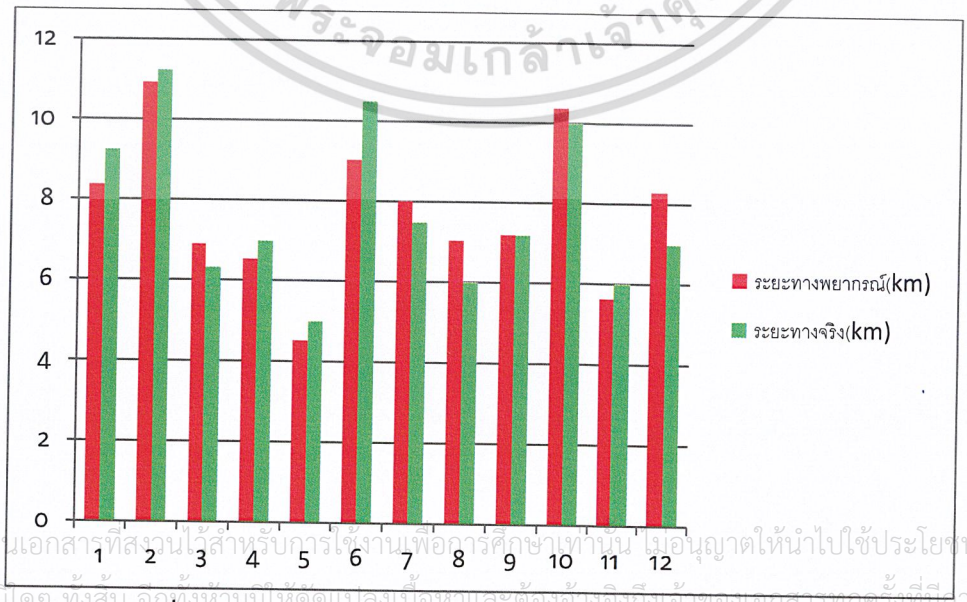


รูปที่ 4.10 แสดงการเปรียบเทียบระหว่างระยะทางจริงกับระยะทางพยากรณ์

4.2.6 จากสมการที่ (3.6) มีผลพยากรณ์ระยะทางสำหรับการปั่นจักรยาน ดังตารางที่ 4.7 และรูปที่ 4.11

ลำดับ	อายุ	น้ำหนัก(kg)	ส่วนสูง(cm)	ครั้ง/สัปดาห์	อัตราการเต้นหัวใจ(bpm)	ระยะทางจริง(km)	ระยะทางพยากรณ์(km)	ค่าคลาดเคลื่อน(km)
1	67	50	157	3	92	9.25000	8.37570	0.87430
2	65	55	151	4	92	11.25000	10.92710	0.32290
3	74	58	161	3	87	6.33000	6.91380	0.58380
4	71	58	156	6	89	7.00000	6.54160	0.45840
5	80	52	157	4	85	5.00000	4.52070	0.47930
6	69	60	160	2	92	10.50000	9.04000	1.46000
7	70	54	158	3	90	7.50000	8.01860	0.51860
8	79	52	152	3	86	6.00000	7.05150	1.05150
9	62	60	158	5	102	7.20000	7.19900	0.00100
10	68	67	154	4	93	10.00000	10.37440	0.37440
11	77	66	156	6	88	6.00000	5.64380	0.35620
12	63	58	161	4	95	7.00000	8.29620	1.29620

ตารางที่ 4.7 แสดงผลการพยากรณ์ของสมการ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.11 แสดงความสัมพันธ์ระยะทางจริงกับระยะทางพยากรณ์

4.3 ผลการทดสอบสมมติฐานของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

การทดสอบนัยสำคัญของค่าสัมประสิทธิ์แสดงการตัดสินใจสามารถเขียนสมมติฐานศูนย์และสมมติฐานอื่นได้ดังนี้

$$H_0 : \rho^2{}_{Y.1,\ldots,m} = 0$$
$$H_1 : \rho^2{}_{Y.1,\ldots,m} \neq 0$$

4.3.1 จากการสมการ (3.1) มีค่า R-squared = 0.5884 ค่า Adjusted R-squared = 0.4169 ค่า F-statistic = 3.4310 ค่า p-value = 0.0372 และ ค่า df = 5, 12

ค่าวิกฤติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 และ $F_{0.95(5,12)} = 3.11$ สถิติทดสอบ (ค่า F-statistic = 3.4310) มีค่ามากกว่าค่าวิกฤติจะปฏิเสธ H_0 และสรุปได้ว่า ρ^2 ไม่เท่ากับ 0 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 นั้นคือ อายุ น้ำหนัก ส่วนสูง จำนวนครั้งที่ปั่นจักรยานต่อสัปดาห์ และอัตราการเต้นของหัวใจขณะเหนื่อย สามารถพยากรณ์สัดส่วนความแปรปรวนในระยะทางได้อย่างมีนัยสำคัญ

4.3.2 จากการสมการ (3.2) มีค่า R-squared = 0.7740 ค่า Adjusted R-squared = 0.6330 ค่า F-statistic = 5.4850 ค่า p-value = 0.0174 และค่า df = 5, 8

ค่าวิกฤติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 และ $F_{0.95(5,8)} = 3.69$ สถิติทดสอบ (ค่า F-statistic = 5.4850) มีค่ามากกว่าค่าวิกฤติจะปฏิเสธ H_0 และสรุปได้ว่า ρ^2 ไม่เท่ากับ 0 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 นั้นคือ อายุ น้ำหนัก ส่วนสูง จำนวนครั้งที่ปั่นจักรยานต่อสัปดาห์ และอัตราการเต้นของหัวใจขณะเหนื่อย สามารถพยากรณ์สัดส่วนความแปรปรวนในระยะทางได้อย่างมีนัยสำคัญ

4.3.3 จากการสมการ (3.3) มีค่า R-squared = 0.3860 ค่า Adjusted R-squared = 0.2632 ค่า F-statistic = 3.1430 ค่า p-value = 0.0245 และค่า df = 5, 25

ค่าวิกฤติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 และ $F_{0.95(5,25)} = 2.60$ สถิติทดสอบ (ค่า F-statistic = 3.1430) มีค่ามากกว่าค่าวิกฤติจะปฏิเสธ H_0 และสรุปได้ว่า ρ^2 ไม่เท่ากับ 0 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 นั้นคือ อายุ น้ำหนัก ส่วนสูง จำนวนครั้งที่ปั่นจักรยานต่อสัปดาห์ และอัตราการเต้นของหัวใจขณะเหนื่อย สามารถพยากรณ์สัดส่วนความแปรปรวนในระยะทางได้อย่างมีนัยสำคัญ

4.3.4 จากการสมการ (3.4) มีค่า R-squared = 0.9539 ค่า Adjusted R-squared = 0.8770 ค่า F-statistic = 12.41 ค่า p-value = 0.0323 และค่า df = 5, 3

ค่าวิกฤติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 และ $F_{0.95(5,3)} = 9.01$ สถิติทดสอบ (ค่า F-statistic = 12.41) มีค่ามากกว่าค่าวิกฤติจะปฏิเสธ H_0 และสรุปได้ว่า ρ^2 ไม่เท่ากับ 0 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 นั้นคือ อายุ น้ำหนัก ส่วนสูง จำนวนครั้งที่ปั่นจักรยานต่อสัปดาห์ และอัตราการเต้นของหัวใจขณะเหนื่อย สามารถพยากรณ์สัดส่วนความแปรปรวนในระยะทางได้อย่างมีนัยสำคัญ

4.3.5 จากการสมการ (3.5) มีค่า R-squared = 0.9187 ค่า Adjusted R-squared = 0.8170 ค่า F-statistic = 9.0350 ค่า p-value = 0.0266 และค่า df = 5, 4

ค่าวิกฤติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 และ $F_{0.95(5,4)} = 6.26$ สถิติทดสอบ (ค่า F-statistic = 9.0350) มีค่ามากกว่าค่าวิกฤติจะปฏิเสธ H_0 และสรุปได้ว่า ρ^2 ไม่เท่ากับ 0 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 นั้นคือ อายุ น้ำหนัก ส่วนสูง จำนวนครั้งที่ปั่นจักรยานต่อสัปดาห์ และอัตราการเต้นของหัวใจขณะเหนื่อย สามารถพยากรณ์สัดส่วนความแปรปรวนในระยะทางได้อย่างมีนัยสำคัญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.6 จากการสมการ (3.6) มีค่า R-squared = 0.8398 ค่า Adjusted R-squared = 0.7062 ค่า F-statistic = 6.289 ค่า p-value = 0.02229 และค่า df = 5, 6

ค่าวิกฤติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 และ $F_{0.95(5,6)} = 4.93$ สถิติทดสอบ (ค่า F-statistic = 6.289) มีค่ามากกว่าค่าวิกฤติจะปฏิเสธ H_0 และสรุปได้ว่า ρ^2 ไม่เท่ากับ 0 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 นั้นคือ อายุ น้ำหนัก ส่วนสูง จำนวนครั้งที่ปั่นจักรยานต่อสัปดาห์ และอัตราการเต้นของหัวใจขณะเหนื่อย สามารถพยากรณ์สัดส่วนความแปรปรวนในระยะทางได้อย่างมีนัยสำคัญ

ค่าสถิติสรุปได้ดังตารางต่อไปนี้

	ที่นัยสำคัญ α= 0.05					
สมการ	R-squared	Adjusted R-squared	F-statistic	ค่าวิกฤติ	p-value	df
เพศชาย อายุ 21-40	0.588	0.417	3.431	3.11	0.03719	5,12
เพศหญิง อายุ 21-40	0.774	0.633	5.485	3.69	0.01742	5,8
เพศชาย อายุ 41-60	0.386	0.263	3.143	2.60	0.02453	5,25
เพศหญิง อายุ 41-60	0.954	0.877	12.410	9.01	0.032226	5,3
เพศชาย อายุ 61-80	0.919	0.817	9.035	6.26	0.02663	5,4
เพศหญิง อายุ 61-80	0.840	0.706	6.289	4.39	0.02229	5,6

ตารางที่ 4.8 ตารางแสดงค่าทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
การอภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

อภิปรายผล

เกมคณิตศาสตร์เป็นตามที่ตั้งเป้าหมายไว้ แต่เนื่องด้วยจักรยานที่ใช้ในการเล่นเกมยังไม่เสร็จสมบูรณ์ จึงทำให้ไม่สามารถรับค่าความเร็วตามจริงได้ ทำให้ไม่สามารถไปคำนวณระยะทางจริงได้ ฉะนั้นเกมจะใช้ความเร็วคงที่ที่กำหนดไว้ แต่เกมคณิตศาสตร์ที่เป็นการบวกเลขนั้นสามารถนำไปพัฒนาทักษะการคิดเลขได้

จากการหาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์โดยใช้ Multiple regression เพื่อคำนวณหาระยะทางในการปั่นจักรยานภายในเวลา 30 นาทีนั้นเป็นเพียงต้นแบบเพื่อหาความสัมพันธ์ของตัวแปรที่มีผลต่อระยะทาง เนื่องจากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์นั้นได้ข้อมูลมาจากการปั่นจักรยานทั่วไป ซึ่งมีปัจจัยภายนอก เช่น ขนาดของวงล้อ ประเภทของจักรยาน เป็นต้นทำให้แบบจำลองไม่สามารถพยากรณ์ระยะทางสำหรับการปั่นจักรยานอยู่กับที่ได้

ข้อเสนอแนะ

เกมคณิตศาสตร์เป็นการกำหนดโจทย์ เมื่อผู้เล่น เล่นซ้ำอาจทำให้เจอโจทย์ซ้ำได้ เพื่อไม่ให้เจอโจทย์ซ้ำ ควรจะสุ่มตัวเลขของโจทย์ขึ้นมาใหม่ในการเล่นแต่ละครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] ธนากร จันสีนาก. (2558). สุขภาพดีด้วยการออกกำลังกายและเล่นกีฬา. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : https://sites.google.com/site/tanagkonjanseenak/home/hnwy-kar-reiyn-ru-thi-99-sukhphaph-di-dwy-kar-xxk-kalang-kay-laea-len-kila-2. (วันที่ค้นข้อมูล : 15 พฤษจิกายน 2561).

[2] ผศ.วราฤทธิ์ พานิชกิจโกศลกุล. (2550). การใช้โปรแกรม R ในงานวิจัยด้านทฤษฎีสถิติ. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://math.sci.tu.ac.th/file_pdf/program_r.pdf. (วันที่ค้นข้อมูล : 11 พฤษจิกายน 2561).

[3] มลิวัลย์ ผิวคราม. การวิเคราะห์ข้อมูล. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : https://sites.google.com/site/wichakarwicaythangkarsuksa/khea-su-bth-reiyn/hnwy-thi-8-sthiti-wicay-laea-kar-wikheraah-khxmul-1/kar-wikheraah-khxmul. (วันที่ค้นข้อมูล 7 ธันวาคม 2561).

[4] มูลนิธิหัวใจแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์. (2560). เสริมสร้างสุขภาพด้วยการปั่นจักรยานอยู่กับที่. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://www.thaiheartfound.org/category/details/exercise/186. (วันที่ค้นข้อมูล : 8 พฤษจิกายน 2561).

[5] สร้างเกม เขียนเกม สอน Unity3D Thailand. (2557). [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : https://unity3d- thailand.blogspot.com/2014/12/what-is-unity-unity3d-thailand.html. (วันที่ค้นข้อมูล : 2 พฤษจิกายน 2561).

[6] ดร.สุทิน ชนะบุญ. (2560).การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงอนุมาน. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http: www. kkpho.go.th/i/index.php/component/attachments/download/1933.html. (วันที่ค้นข้อมูล : 30 พฤษจิกายน 2561).

[7] J Phys Ther Sci. (2014). Effect of Stationary Cycle Exercise on Gait and Balance of Elderly Women. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/ PMC3976019/. (วันที่ค้นข้อมูล : 6 พฤษจิกายน 2561).

[8] Peter C. Douris, John P. Handrakis, Demitra Apergis, Robert B. Mangus, Rima Patel, Jessica Limtao, ... Elliot Luty. (2018). The Effects of Aerobic Exercise and Gaming on Cognitive Performance. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29599861. (วันที่ค้นข้อมูล : 29 พฤษจิกายน 2561).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

[9] PoolsawatBlogs. (2016). Firebase คืออะไรขั้นตอนการเริ่มใช้งาน พร้อมโค้ดตัวอย่างแบบง่าย. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : https://www.poolsawat.com/firebase-tutorial/. (วันที่ค้นข้อมูล 1 ธันวาคม 2561).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบสอบถาม

เรื่อง การปั่นจักรยานกับการออกกำลังกาย

<u>คำชี้แจง</u> แบบสอบถามนี้เป็นส่วนหนึ่งของปริญญานิพนธ์ ของนักศึกษาสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง สาขาคณิตศาสตร์ประยุกต์ ชั้นปีที่4 ปีการศึกษา 2561 เพื่อนำข้อมูลไปทำการวิเคราะห์หาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ สำหรับการปั่นจักรยานให้เหมาะสมกับบุคคล (**เครื่องหมาย * คือต้องระบุ**)

แบบสอบถามแบ่งเป็น 2 ส่วน ได้แก่

ส่วนที่ 1 ข้อมูลส่วนตัว

ส่วนที่ 2 ข้อมูลการใช้จักรยาน

ส่วนที่ 1 ข้อมูลส่วนตัว

1.1 เพศ *

- หญิง
- ชาย

1.2 อายุ (ปี) *

1.3โรคประจำตัว *

- ไม่มี
- มี(โปรดระบุ).....

1.4 น้ำหนัก (กิโลกรัม) *

1.5 ส่วนสูง (เซนติเมตร) *

ส่วนที่ 2 ข้อมูลการใช้จักรยาน

2.1 ประเภทจักรยาน *

- Mountain Bike(จักรยานเสือภูเขา)
- Road Bike(จักรยานขับบนถนนทางเรียบ)
- Fixed Gear(จักรยานแข่ง แบบไม่มีเกียร์)
- BMX(จักรยานวิบาก)
- Utility Bike(จักรยานทั่วไป ปั่นแถวบ้าน ปั่นไปจ่ายตลาด)
- stationary Bike(จักรยานในฟิตเนส)
- อื่นๆ.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 อาการของโรคประจำตัวหลังปั่นจักรยาน**(ถ้าท่านไม่มีโรคประจำตัวสามารถข้ามข้อนี้ได้)**

- ○ ดีขึ้น
- ○ ทรงตัว
- ○ แย่ลงยัง
- ○ ไม่ทราบเพราะ.....

2.3 ระยะทางที่ท่านปั่นจักรยานจนรู้สึกเหนื่อย(โดยประมาณ)(กิโลเมตร) *

- ☐ ทราบ(โปรดระบุ).....
- ☐ ไม่ทราบเพราะ.....

2.4 เวลาที่ท่านใช้ปั่นจักรยานจนรู้สึกเหนื่อย(โดยประมาณ)(นาที) *

- ☐ ทราบ(โปรดระบุ).....
- ☐ ไม่ทราบเพราะ.....

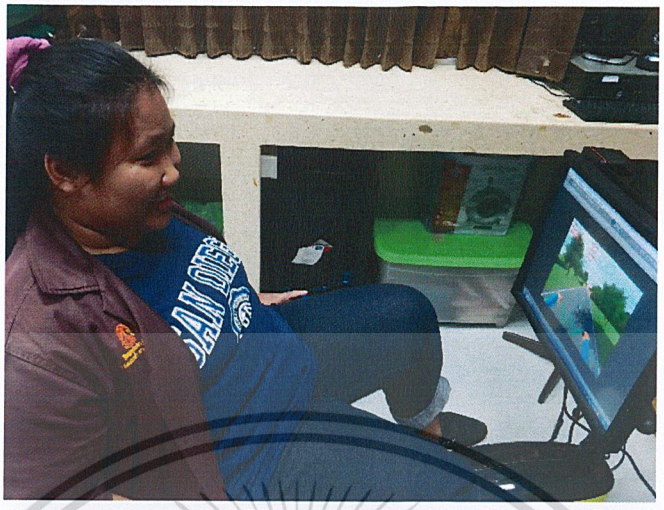
2.5 อัตราการเต้นของหัวใจสูงสุดขณะเหนื่อย (ครั้งต่อนาที) **(ในกรณีที่ไม่ทราบสามารถข้ามข้อนี้ได้)**

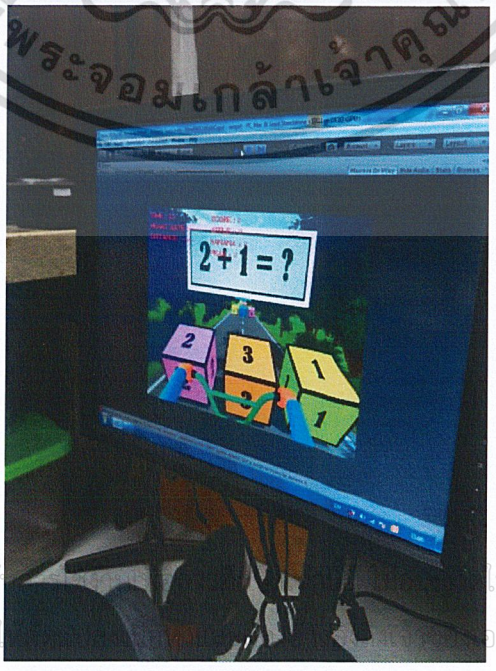
2.6 ท่านปั่นจักรยานกี่ครั้งต่อหนึ่งสัปดาห์ *

ขอบคุณค่ะ

ที่สละเวลาอันมีค่าของท่านมาตอบแบบสอบถามของเรา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



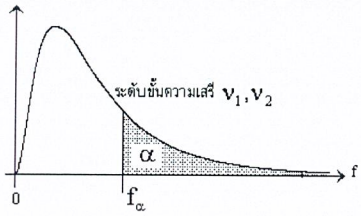


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรั ให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิ อกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6. ตารางค่าวิกฤตของการแจกแจง F

เมื่อกำหนดองศาความอิสระ ν_1, ν_2 และค่า $\alpha = 0.05$

ค่าจากตารางคือ $f_{0.05}$ คือค่าที่ทำให้ $P(f_{0.05} < F < \infty) = \alpha = 0.05$



$f_{0.05,(\nu_1,\nu_2)}$

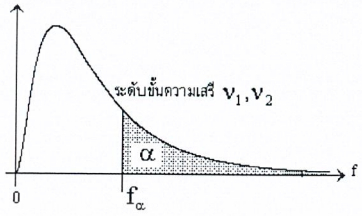
	ν_1								
ν_2	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	161.45	199.50	215.71	224.58	230.16	233.99	236.77	238.88	240.54
2	18.51	19.00	19.16	19.25	19.30	19.33	19.35	19.37	19.38
3	10.13	9.55	9.28	9.12	9.01	8.94	8.89	8.85	8.81
4	7.71	6.94	6.59	6.39	6.26	6.16	6.09	6.04	6.00
5	6.61	5.79	5.41	5.19	5.05	4.95	4.88	4.82	4.77
6	5.99	5.14	4.76	4.53	4.39	4.28	4.21	4.15	4.10
7	5.59	4.74	4.35	4.12	3.97	3.87	3.79	3.73	3.68
8	5.32	4.46	4.07	3.84	3.69	3.58	3.50	3.44	3.39
9	5.12	4.26	3.86	3.63	3.48	3.37	3.29	3.23	3.18
10	4.96	4.10	3.71	3.48	3.33	3.22	3.14	3.07	3.02
11	4.84	3.98	3.59	3.36	3.20	3.09	3.01	2.95	2.90
12	4.75	3.89	3.49	3.26	3.11	3.00	2.91	2.85	2.80
13	4.67	3.81	3.41	3.18	3.03	2.92	2.83	2.77	2.71
14	4.60	3.74	3.34	3.11	2.96	2.85	2.76	2.70	2.65
15	4.54	3.68	3.29	3.06	2.90	2.79	2.71	2.64	2.59
16	4.49	3.63	3.24	3.01	2.85	2.74	2.66	2.59	2.54
17	4.45	3.59	3.20	2.96	2.81	2.70	2.61	2.55	2.49
18	4.41	3.55	3.16	2.93	2.77	2.66	2.58	2.51	2.46
19	4.38	3.52	3.13	2.90	2.74	2.63	2.54	2.48	2.42
20	4.35	3.49	3.10	2.87	2.71	2.60	2.51	2.45	2.39
21	4.32	3.47	3.07	2.84	2.68	2.57	2.49	2.42	2.37
22	4.30	3.44	3.05	2.82	2.66	2.55	2.46	2.40	2.34
23	4.28	3.42	3.03	2.80	2.64	2.53	2.44	2.37	2.32
24	4.26	3.40	3.01	2.78	2.62	2.51	2.42	2.36	2.30
25	4.24	3.39	2.99	2.76	2.60	2.49	2.40	2.34	2.28
26	4.23	3.37	2.98	2.74	2.59	2.47	2.39	2.32	2.27
27	4.21	3.35	2.96	2.73	2.57	2.46	2.37	2.31	2.25
28	4.20	3.34	2.95	2.71	2.56	2.45	2.36	2.29	2.24
29	4.18	3.33	2.93	2.70	2.55	2.43	2.35	2.28	2.22
30	4.17	3.32	2.92	2.69	2.53	2.42	2.33	2.27	2.21
40	4.08	3.23	2.84	2.61	2.45	2.34	2.25	2.18	2.12
60	4.00	3.15	2.76	2.53	2.37	2.25	2.17	2.10	2.04
120	3.92	3.07	2.68	2.45	2.29	2.18	2.09	2.02	1.96
∞	3.84	3.00	2.60	2.37	2.21	2.10	2.01	1.94	1.88

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6. ตารางค่าวิกฤตของการแจกแจง F

เมื่อกำหนดองศาความอิสระ ν_1, ν_2 และค่า $\alpha = 0.05$

ค่าจากตารางคือ $f_{0.05}$ คือค่าที่ทำให้ $P(f_{0.05} < F < \infty) = \alpha = 0.05$



$f_{0.05,(\nu_1,\nu_2)}$

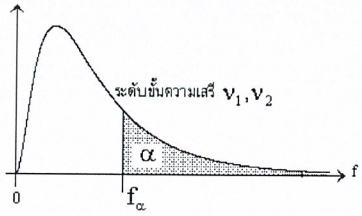
ν_2	ν_1									
	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
1	241.88	242.98	243.91	244.69	245.36	245.95	246.46	246.92	247.32	247.69
2	19.40	19.40	19.41	19.42	19.42	19.43	19.43	19.44	19.44	19.44
3	8.79	8.76	8.74	8.73	8.71	8.70	8.69	8.68	8.67	8.67
4	5.96	5.94	5.91	5.89	5.87	5.86	5.84	5.83	5.82	5.81
5	4.74	4.70	4.68	4.66	4.64	4.62	4.60	4.59	4.58	4.57
6	4.06	4.03	4.00	3.98	3.96	3.94	3.92	3.91	3.90	3.88
7	3.64	3.60	3.57	3.55	3.53	3.51	3.49	3.48	3.47	3.46
8	3.35	3.31	3.28	3.26	3.24	3.22	3.20	3.19	3.17	3.16
9	3.14	3.10	3.07	3.05	3.03	3.01	2.99	2.97	2.96	2.95
10	2.98	2.94	2.91	2.89	2.86	2.85	2.83	2.81	2.80	2.79
11	2.85	2.82	2.79	2.76	2.74	2.72	2.70	2.69	2.67	2.66
12	2.75	2.72	2.69	2.66	2.64	2.62	2.60	2.58	2.57	2.56
13	2.67	2.63	2.60	2.58	2.55	2.53	2.51	2.50	2.48	2.47
14	2.60	2.57	2.53	2.51	2.48	2.46	2.44	2.43	2.41	2.40
15	2.54	2.51	2.48	2.45	2.42	2.40	2.38	2.37	2.35	2.34
16	2.49	2.46	2.42	2.40	2.37	2.35	2.33	2.32	2.30	2.29
17	2.45	2.41	2.38	2.35	2.33	2.31	2.29	2.27	2.26	2.24
18	2.41	2.37	2.34	2.31	2.29	2.27	2.25	2.23	2.22	2.20
19	2.38	2.34	2.31	2.28	2.26	2.23	2.21	2.20	2.18	2.17
20	2.35	2.31	2.28	2.25	2.22	2.20	2.18	2.17	2.15	2.14
21	2.32	2.28	2.25	2.22	2.20	2.18	2.16	2.14	2.12	2.11
22	2.30	2.26	2.23	2.20	2.17	2.15	2.13	2.11	2.10	2.08
23	2.27	2.24	2.20	2.18	2.15	2.13	2.11	2.09	2.08	2.06
24	2.25	2.22	2.18	2.15	2.13	2.11	2.09	2.07	2.05	2.04
25	2.24	2.20	2.16	2.14	2.11	2.09	2.07	2.05	2.04	2.02
26	2.22	2.18	2.15	2.12	2.09	2.07	2.05	2.03	2.02	2.00
27	2.20	2.17	2.13	2.10	2.08	2.06	2.04	2.02	2.00	1.99
28	2.19	2.15	2.12	2.09	2.06	2.04	2.02	2.00	1.99	1.97
29	2.18	2.14	2.10	2.08	2.05	2.03	2.01	1.99	1.97	1.96
30	2.16	2.13	2.09	2.06	2.04	2.01	1.99	1.98	1.96	1.95
40	2.08	2.04	2.00	1.97	1.95	1.92	1.90	1.89	1.87	1.85
60	1.99	1.95	1.92	1.89	1.86	1.84	1.82	1.80	1.78	1.76
120	1.91	1.87	1.83	1.80	1.78	1.75	1.73	1.71	1.69	1.67
∞	1.83	1.79	1.75	1.72	1.69	1.67	1.64	1.62	1.60	1.59

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6. ตารางค่าวิกฤตของการแจกแจง F

เมื่อกำหนดองศาความอิสระ ν_1, ν_2 และค่า $\alpha = 0.05$

ค่าจากตารางคือ $f_{0.05}$ คือค่าที่ทำให้ $P(f_{0.05} < F < \infty) = \alpha = 0.05$



$f_{0.05,(\nu_1,\nu_2)}$

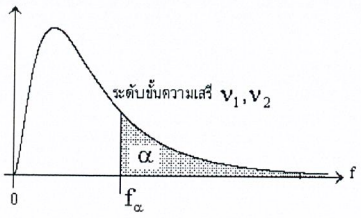
ν_2	ν_1									
	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
1	248.01	248.31	248.58	248.83	249.05	249.26	249.45	249.63	249.80	249.95
2	19.45	19.45	19.45	19.45	19.45	19.46	19.46	19.46	19.46	19.46
3	8.66	8.65	8.65	8.64	8.64	8.63	8.63	8.63	8.62	8.62
4	5.80	5.79	5.79	5.78	5.77	5.77	5.76	5.76	5.75	5.75
5	4.56	4.55	4.54	4.53	4.53	4.52	4.52	4.51	4.50	4.50
6	3.87	3.86	3.86	3.85	3.84	3.83	3.83	3.82	3.82	3.81
7	3.44	3.43	3.43	3.42	3.41	3.40	3.40	3.39	3.39	3.38
8	3.15	3.14	3.13	3.12	3.12	3.11	3.10	3.10	3.09	3.08
9	2.94	2.93	2.92	2.91	2.90	2.89	2.89	2.88	2.87	2.87
10	2.77	2.76	2.75	2.75	2.74	2.73	2.72	2.72	2.71	2.70
11	2.65	2.64	2.63	2.62	2.61	2.60	2.59	2.59	2.58	2.58
12	2.54	2.53	2.52	2.51	2.51	2.50	2.49	2.48	2.48	2.47
13	2.46	2.45	2.44	2.43	2.42	2.41	2.41	2.40	2.39	2.39
14	2.39	2.38	2.37	2.36	2.35	2.34	2.33	2.33	2.32	2.31
15	2.33	2.32	2.31	2.30	2.29	2.28	2.27	2.27	2.26	2.25
16	2.28	2.26	2.25	2.24	2.24	2.23	2.22	2.21	2.21	2.20
17	2.23	2.22	2.21	2.20	2.19	2.18	2.17	2.17	2.16	2.15
18	2.19	2.18	2.17	2.16	2.15	2.14	2.13	2.13	2.12	2.11
19	2.16	2.14	2.13	2.12	2.11	2.11	2.10	2.09	2.08	2.08
20	2.12	2.11	2.10	2.09	2.08	2.07	2.07	2.06	2.05	2.05
21	2.10	2.08	2.07	2.06	2.05	2.05	2.04	2.03	2.02	2.02
22	2.07	2.06	2.05	2.04	2.03	2.02	2.01	2.00	2.00	1.99
23	2.05	2.04	2.02	2.01	2.01	2.00	1.99	1.98	1.97	1.97
24	2.03	2.01	2.00	1.99	1.98	1.97	1.97	1.96	1.95	1.95
25	2.01	2.00	1.98	1.97	1.96	1.96	1.95	1.94	1.93	1.93
26	1.99	1.98	1.97	1.96	1.95	1.94	1.93	1.92	1.91	1.91
27	1.97	1.96	1.95	1.94	1.93	1.92	1.91	1.90	1.90	1.89
28	1.96	1.95	1.93	1.92	1.91	1.91	1.90	1.89	1.88	1.88
29	1.94	1.93	1.92	1.91	1.90	1.89	1.88	1.88	1.87	1.86
30	1.93	1.92	1.91	1.90	1.89	1.88	1.87	1.86	1.85	1.85
40	1.84	1.83	1.81	1.80	1.79	1.78	1.77	1.77	1.76	1.75
60	1.75	1.73	1.72	1.71	1.70	1.69	1.68	1.67	1.66	1.66
120	1.66	1.64	1.63	1.62	1.61	1.60	1.59	1.58	1.57	1.56
∞	1.57	1.56	1.54	1.53	1.52	1.51	1.50	1.49	1.48	1.47

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6. ตารางค่าวิกฤตของการแจกแจง F

เมื่อกำหนดองศาความอิสระ ν_1, ν_2 และค่า $\alpha = 0.05$

ค่าจากตารางคือ $f_{0.05}$ คือค่าที่ทำให้ $P(f_{0.05} < F < \infty) = \alpha = 0.05$



$f_{0.05,(\nu_1,\nu_2)}$

ν_2	ν_1									
	30	35	40	45	50	55	60	80	120	∞
1	250.10	250.69	251.14	251.49	251.77	252.00	252.20	252.72	253.25	254.31
2	19.46	19.47	19.47	19.47	19.48	19.48	19.48	19.48	19.49	19.50
3	8.62	8.60	8.59	8.59	8.58	8.58	8.57	8.56	8.55	8.53
4	5.75	5.73	5.72	5.71	5.70	5.69	5.69	5.67	5.66	5.63
5	4.50	4.48	4.46	4.45	4.44	4.44	4.43	4.41	4.40	4.37
6	3.81	3.79	3.77	3.76	3.75	3.75	3.74	3.72	3.70	3.67
7	3.38	3.36	3.34	3.33	3.32	3.31	3.30	3.29	3.27	3.23
8	3.08	3.06	3.04	3.03	3.02	3.01	3.01	2.99	2.97	2.93
9	2.86	2.84	2.83	2.81	2.80	2.79	2.79	2.77	2.75	2.71
10	2.70	2.68	2.66	2.65	2.64	2.63	2.62	2.60	2.58	2.54
11	2.57	2.55	2.53	2.52	2.51	2.50	2.49	2.47	2.45	2.40
12	2.47	2.44	2.43	2.41	2.40	2.39	2.38	2.36	2.34	2.30
13	2.38	2.36	2.34	2.33	2.31	2.30	2.30	2.27	2.25	2.21
14	2.31	2.28	2.27	2.25	2.24	2.23	2.22	2.20	2.18	2.13
15	2.25	2.22	2.20	2.19	2.18	2.17	2.16	2.14	2.11	2.07
16	2.19	2.17	2.15	2.14	2.12	2.11	2.11	2.08	2.06	2.01
17	2.15	2.12	2.10	2.09	2.08	2.07	2.06	2.03	2.01	1.96
18	2.11	2.08	2.06	2.05	2.04	2.03	2.02	1.99	1.97	1.92
19	2.07	2.05	2.03	2.01	2.00	1.99	1.98	1.96	1.93	1.88
20	2.04	2.01	1.99	1.98	1.97	1.96	1.95	1.92	1.90	1.84
21	2.01	1.98	1.96	1.95	1.94	1.93	1.92	1.89	1.87	1.81
22	1.98	1.96	1.94	1.92	1.91	1.90	1.89	1.86	1.84	1.78
23	1.96	1.93	1.91	1.90	1.88	1.87	1.86	1.84	1.81	1.76
24	1.94	1.91	1.89	1.88	1.86	1.85	1.84	1.82	1.79	1.73
25	1.92	1.89	1.87	1.86	1.84	1.83	1.82	1.80	1.77	1.71
26	1.90	1.87	1.85	1.84	1.82	1.81	1.80	1.78	1.75	1.69
27	1.88	1.86	1.84	1.82	1.81	1.79	1.79	1.76	1.73	1.67
28	1.87	1.84	1.82	1.80	1.79	1.78	1.77	1.74	1.71	1.65
29	1.85	1.83	1.81	1.79	1.77	1.76	1.75	1.73	1.70	1.64
30	1.84	1.81	1.79	1.77	1.76	1.75	1.74	1.71	1.68	1.62
40	1.74	1.72	1.69	1.67	1.66	1.65	1.64	1.61	1.58	1.51
60	1.65	1.62	1.59	1.57	1.56	1.55	1.53	1.50	1.47	1.39
120	1.55	1.52	1.50	1.47	1.46	1.44	1.43	1.39	1.35	1.25
∞	1.46	1.42	1.39	1.37	1.35	1.33	1.32	1.27	1.22	1.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้