การพัฒนาโปรแกรมประยุกต์บนเว็บสำหรับคำนวณประเมินความสูงและเพศจากขนาดรองเท้า รอยพิมพ์ฝ่าเท้าและระยะก้าวเดิน

โดย

นางสาวทัศวรรณ ร่มวาปี

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชานิติวิทยาศาสตร์ แผน ก แบบ ก 2 ระดับปริญญามหาบัณฑิต

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

ปีการศึกษา 2565

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยศิลปากร

การพัฒนาโปรแกรมประยุกต์บนเว็บสำหรับคำนวณประเมินความสูงและเพศจากขนาดรองเท้า รอยพิมพ์ฝ่าเท้าและระยะก้าวเดิน

โดย
นางสาวทัศวรรณ ร่มวาปี

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชานิติวิทยาศาสตร์ แผน ก แบบ ก 2 ระดับปริญญามหาบัณฑิต
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร
ปีการศึกษา 2565
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยศิลปากร

DEVELOPMENT OF WEB APPLICATION FOR CALCULATING AN ESTIMATION OF STATURE AND SEX FROM SHOE SIZE, FOOTPRINT, AND STEP LENGTH

By

MISS Tassawan ROMVAPEE

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for Master of Science (FORENSIC SCIENCE)

Graduate School, Silpakorn University

Academic Year 2022

Copyright of Silpakorn University

หัวข้อ	การพัฒนาโปรแกรมประยุกต์บนเว็บสำหรับคำนวณประเมินความสูงและเพศจากขนาดรองเท้า รอยพิมพ์ฝ่าเท้าและระยะก้าวเดิน
โดย	นางสาวทัศวรรณ ร่มวาปี
สาขาวิชา	นิติวิทยาศาสตร์ แผน ก แบบ ก 2 ระดับปริญญามหาบัณฑิต
อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ทัศนวรรณ ศูนย์กลาง

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร ได้รับพิจารณาอนุมัติให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย (ผู้รักษาการแทน)
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สาธิต นิรัติศัย)

พิจารณาเห็นชอบโดย

.....ประธานกรรมการ
(อาจารย์ ดร. ศิริรัตน์ ชูสกุลเกรียง)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ทัศนวรรณ ศูนย์กลาง)

.....ผู้ทรงคุณวุฒิภายใน
(อาจารย์ ดร. อรทัย เขียวพุ่ม)

.....ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก
(รองศาสตราจารย์ พลตำรวจตรี พงษ์พิษณุ ภักดีณรงค์)

630720034 : นิติวิทยาศาสตร์ แผน ก แบบ ก 2 ระดับปริญญามหาบัณฑิต
คำสำคัญ : เว็บแอปพลิเคชัน, การเรียนรู้ด้วยเครื่อง, การคาดคะเนความสูง, การคาดคะเนเพศ, รอยรองเท้า, รอยฝ่าเท้า, ระยะก้าวเดิน

นางสาว ทัศวรรณ ร่มวาปี: การพัฒนาโปรแกรมประยุกต์บนเว็บสำหรับคำนวณประเมินความสูงและเพศจากขนาดรองเท้า รอยพิมพ์ฝ่าเท้าและระยะก้าวเดิน อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ทัศนวรรณ ศูนย์กลาง

ในงานด้านนิติวิทยาศาสตร์ รอยรองเท้าและรอยฝ่าเท้าถือเป็นหลักฐานที่พบได้มากในสถานที่เกิดเหตุ หลักฐานเหล่านี้สามารถใช้คาดคะเนรูปพรรณ เช่น ความสูง หรือ เพศ ของเจ้าของลักษณะเหล่านี้ได้ การวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาโปรแกรมประยุกต์บนเว็บที่สามารถคำนวณประเมินคาดคะเนความสูงและเพศ จากระยะก้าวเดิน ขนาดรองเท้า และรอยพิมพ์ฝ่าเท้า 2) ประเมินความพึงพอใจต่อการใช้งานโปรแกรมคำนวณประเมินความสูงและเพศ กลุ่มเป้าหมายในงานวิจัยนี้ ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญทางด้านการพัฒนาระบบจำนวน 6 คน และเจ้าหน้าที่ตำรวจกองพิสูจน์หลักฐานจังหวัดกาญจนบุรี จำนวน 20 คน การประเมินผลใช้ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานสำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากแบบประเมินความพึงพอใจการใช้งานโปรแกรม ซึ่งแบบประเมินนี้ผ่านการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ โดยหาค่าความสอดคล้องระหว่างคำถามกับวัตถุประสงค์ และ 3) เปรียบเทียบประสิทธิภาพระหว่างตัวแบบสมการที่ได้ของงานวิจัยนี้กับงานวิจัยต้นแบบสำหรับคาดคะเนความสูง ตัวแบบที่ใช้ในงานวิจัยนี้ ได้แก่ Simple Linear Regression, Multiple Linear Regression และ Polynomial Regression สำหรับคาดคะเนเพศตัวแบบที่ใช้ คือ Logistic Regression ผลการวิจัยพบว่า 1) โปรแกรมประยุกต์นี้สามารถคำนวณประเมินคาดคะเนความสูงและเพศได้ 2) ผลการประเมินหาค่าความสอดคล้องระหว่างคำถามกับวัตถุประสงค์ของแบบสอบถามโดยผู้เชี่ยวชาญมีค่าความสอดคล้องอยู่ในเกณฑ์ดี และผลการประเมินความพึงพอใจต่อการใช้งานโปรแกรม โดยรวมอยู่ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.35, ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.60) และ 3) การเปรียบเทียบประสิทธิภาพตัวแบบสมการโดยใช้การเรียนรู้ด้วยเครื่อง พบว่าตัวแบบ Polynomial Regression คาดคะเนผลลัพธ์ได้ใกล้เคียงกับข้อมูลจริง และผลการทำนายที่คลาดเคลื่อนใกล้เคียงงานวิจัยต้นแบบ สำหรับการคาดคะเนความสูงให้ผลทำนายดีที่สุดจากความยาวรองเท้าเพศหญิง และผลทำนายที่คลาดเคลื่อนมากที่สุดที่ทำนายจากขนาดรองเท้าเพศหญิงสำหรับการคาดคะเนเพศ พบว่าระบบมีความถูกต้องอยู่ที่ 94.40%

630720034 : Major (FORENSIC SCIENCE)
Keyword : Web application, Machine learning, Estimation of stature, Estimation of sex, Shoeprint, Footprint, Step length

MISS TASSAWAN ROMVAPEE : DEVELOPMENT OF WEB APPLICATION FOR CALCULATING AN ESTIMATION OF STATURE AND SEX FROM SHOE SIZE, FOOTPRINT, AND STEP LENGTH THESIS ADVISOR : ASSISTANT PROFESSOR TASANAWAN SOONKLANG

In forensic science, footwear impressions and footprints are physical evidence found mostly at crime scenes. This evidence can be used to estimate appearance such as the height and sex of the owner. Thus, our research purposes are first, to develop a web application for estimating a person's stature and sex from step length, shoe size, and footprints. Secondly, to study the satisfaction towards the use of this system. The target groups in this research are 6 experts in system development and 20 police officers from the office of police forensic science in Kanchanaburi province. The evaluation used mean and standard deviation to analyze data from the user satisfaction survey. This survey is evaluated by the experts using an index of Item Objective Congruence (IOC). Thirdly, we compare the performance of our models with the prototypes (Orathai Kheawpum, 2020). For height prediction, our proposed methods are simple linear regression, multiple linear regression, and polynomial regression. For sex prediction, our approach is a logistic regression model. The research findings show that 1) our application can estimate the height and sex 2) the evaluation of the IOC by experts achieves a satisfaction level and user satisfaction reaches a high level (the mean was 4.35, the standard deviation was 0.60), and 3) the performance of machine learning models demonstrates that polynomial regression can predict a height similar to ground truth data, which is similar to the prototype model. For stature estimation, the best result is received from a female's shoe length, and the worst result is achieved from shoe sizes. For sex prediction, it is found that the system accuracy obtains 94.40%

กิตติกรรมประกาศ

ในการจัดทำวิทยานิพนธ์เรื่องการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์บนเว็บสำหรับคำนวณประเมินความสูงและเพศจากขนาดรองเท้า รอยพิมพ์ฝ่าเท้าและระยะก้าวเดิน สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดีเพราะได้รับความร่วมมือช่วยเหลือจากบุคคลหลายท่านที่ได้สละเวลา ให้คะแนะนำและข้อคิดเห็นที่เป็นประโยชน์ต่องานวิจัยเป็นอย่างยิ่ง ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทัศนวรรณ ศูนย์กลาง ที่ได้กรุณาเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาและให้คำแนะนำด้านการออกแบบระบบเว็บแอปพลิเคชัน การเรียนรู้ด้วยเครื่อง ตรวจการแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณา และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

นอกจากนี้ผู้วิจัยขอขอบพระคุณอาจารย์ ดร.ศิริรัตน์ ชูสกุลเกรียง อาจารย์ ดร. อรทัย เขียวพุ่ม และ รศ.พล.ต.ต. พงษ์พิษณุ ภักดีณรงค์ ที่กรุณาเป็นประธานกรรมการ ผู้ทรงคุณวุฒิภายในและภายนอกสำหรับการสอบ และให้ความช่วยเหลือในการรวบรวมข้อมูล รวมถึงอาจารย์ทุกท่านที่ให้ความรู้ต่าง ๆ การสละเวลาสำหรับการทำแบบประเมินแบบสอบถามใช้แบบสำรวจความพึงพอใจในการใช้งานเว็บแอปพลิเคชันทำให้วิทยานิพนธ์มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

สุดท้ายนี้ผู้วิจัยขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ตำรวจกองพิสูจน์หลักฐานจังหวัดกาญจนบุรี และร้อยตำรวจโทหญิงนลพรรณ วิเชียรโชติ นักวิทยาศาสตร์ (สบ.1) พิสูจน์หลักฐานจังหวัดกาญจนบุรี เป็นผู้ประสานงานไปยังเจ้าหน้าที่ และให้ความสนับสนุนทดสอบการใช้งาน รวมถึงให้ข้อเสนอแนะต่าง ๆ ของเว็บแอปพลิเคชันดังกล่าว และขอขอบคุณผู้ที่มิได้เอ่ยนาม ณ ที่นี้ ซึ่งมีส่วนช่วยเหลือจนวิทยานิพนธ์นี้ประสบผลสำเร็จไปได้ด้วยดี

นางสาว ทัศวรรณ ร่มวาปี

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญ ..... ช

สารบัญตาราง ..... ญ

สารบัญภาพ ..... ฏ

บทที่ 1 1

บทนำ 1

1.1 ที่มาและความสำคัญ 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 2

1.3 สมมติฐานการศึกษา 2

1.4 ขอบเขตของการวิจัย 2

1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ 3

บทที่ 2 5

แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 5

2.1 แนวคิดเกี่ยวกับการพิสูจน์หลักฐาน รองเท้ากับระยะก้าวเดิน และการเกิดรอยฝ่าเท้าในสถานที่เกิดเหตุ 5

2.2 แนวคิดเกี่ยวกับโปรแกรมประยุกต์บนเว็บ การทดสอบซอฟต์แวร์อัตโนมัติ และการเรียนรู้ด้วยเครื่อง 10

2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 27

บทที่ 3 36

วิธีดำเนินการ 36

3.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน 36
3.2 ประชากรกลุ่มเป้าหมาย 37
3.3 เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย 37
3.4 ข้อมูลสรุปสมการคาดคะเนความสูงและเพศที่ได้จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 38
3.5 ออกแบบการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์บนเว็บสำหรับคำนวณประเมินความสูงและเพศจากขนาดรองเท้า รอยพิมพ์ฝ่าเท้าและระยะก้าวเดิน 41
3.5.1 Use Case Diagram 41
3.5.2 Flow Chart Diagram 42
3.5.3 User interface 44
3.6 ดำเนินการทดสอบระบบเว็บแอปพลิเคชันโดย Robot Framework 44
3.7 วิเคราะห์เปรียบเทียบการวัดค่าความแม่นยำและการวัดประสิทธิภาพตัวแบบสมการ 48
3.8 แบบสอบถามสำหรับสำรวจความพึงพอใจ 49
บทที่ 4 50
ผลการดำเนินงานวิจัย 50
4.1 ผลการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันสำหรับการคาดคะเนความสูงและเพศรอยพิมพ์ฝ่าเท้าและระยะก้าวเดิน 50
4.2 ผลการทดสอบเว็บแอปพลิเคชันด้วยวิธีการทดสอบซอฟต์แวร์อัตโนมัติ 55
4.3 ผลการสำรวจความพึงพอใจโปรแกรมประยุกต์บนเว็บแอปพลิเคชัน 58
4.4 ผลวิเคราะห์การวัดค่าความแม่นยำและการวัดประสิทธิภาพตัวแบบสมการ โดยใช้การเรียนรู้ของเครื่อง 60
4.4.1 การคาดคะเนความสูงจากระยะก้าวเดิน (เพศชาย) 61
4.4.2 การคาดคะเนความสูงจากระยะก้าวเดิน (เพศหญิง) 64
4.4.3 การคาดคะเนความสูงจากความกว้างของรองเท้า (เพศชาย) 65
4.4.4 การคาดคะเนความสูงจากความกว้างของรองเท้า (เพศหญิง) 68
4.4.5 การคาดคะเนความสูงจากความยาวของรองเท้า (เพศชาย) 70

4.4.6 การคาดคะเนความสูงจากความยาวของรองเท้า (เพศหญิง)..... 71
4.4.7 การคาดคะเนความสูงจากขนาดของรองเท้า (เพศชาย)..... 73
4.4.8 การคาดคะเนความสูงจากขนาดของรองเท้า (เพศหญิง)..... 75
4.4.9 การคาดคะเนความสูงจากขนาดรองเท้า (ความกว้างและความยาว)..... 78
4.4.10 การคาดคะเนเพศ..... 79
บทที่ 5..... 88
สรุปผลงานวิจัย..... 88
5.1 สรุปผลการวิจัย..... 88
5.2 การอภิปรายผล..... 90
5.3 ข้อเสนอแนะ..... 90
รายการอ้างอิง..... 92
ภาคผนวก..... 94
ประวัติผู้เขียน..... 114

มหาวิทยาลัยศิลปากร

สารบัญตาราง

ตารางที่ 1 หน่วยของเบอร์รองเท้า 7

ตารางที่ 2 แสดงค่าโฆษณาที่จ่ายเปรียบเทียบกับยอดขาย 15

ตารางที่ 3 แสดงตัวชี้วัดประสิทธิภาพโมเดล 26

ตารางที่ 4 ตัวอย่างชุดข้อมูลการทำนายเพศชายและหญิง 26

ตารางที่ 5 สรุปงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 32

ตารางที่ 6 สมการถดถอยเชิงเส้นเพื่อใช้ในการคาดคะเนความสูงวิเคราะห์แยกตามเพศ 38

ตารางที่ 7 ค่าสัมประสิทธิ์ของการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ 39

ตารางที่ 8 ค่าสัมประสิทธิ์ของการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นลอจิสติกส์พหุคูณ 40

ตารางที่ 9 สรุปสมการคาดคะเนความสูงและเพศ 41

ตารางที่ 10 ผลการสำรวจความพึงพอใจในการใช้งานเว็บแอปพลิเคชันคำนวณประเมินความสูงและเพศ จากขนาดรองเท้า รอยพิมพ์ฝ่าเท้าและระยะก้าวเดิน 59

ตารางที่ 11 ตารางการแบ่งชุดข้อมูลเรียนรู้และชุดข้อมูลทดสอบ 60

ตารางที่ 12 การวัดประสิทธิภาพการคาดคะเนความสูงจากระยะก้าวเดินของเพศชาย 63

ตารางที่ 13 การวัดประสิทธิภาพการคาดคะเนความสูงจากระยะก้าวเดินของเพศหญิง 65

ตารางที่ 14 การวัดประสิทธิภาพการคาดคะเนความสูงจากความกว้างของรองเท้าเพศชาย 67

ตารางที่ 15 การวัดประสิทธิภาพการคาดคะเนความสูงจากความกว้างของรองเท้าเพศหญิง 69

ตารางที่ 16 การวัดประสิทธิภาพการคาดคะเนความสูงจากความยาวของรองเท้าเพศชาย 71

ตารางที่ 17 การวัดประสิทธิภาพการคาดคะเนความสูงจากความยาวของรองเท้าเพศหญิง 73

ตารางที่ 18 การวัดประสิทธิภาพการคาดคะเนความสูงจากขนาดรองเท้าเพศชาย 75

ตารางที่ 19 การวัดประสิทธิภาพการคาดคะเนความสูงจากขนาดรองเท้าเพศหญิง 76

ตารางที่ 20 การวิเคราะห์ค่าประสิทธิภาพและความแม่นยำของตัวแบบโดยใช้การเรียนรู้ด้วยเครื่อง 77

สารบัญภาพ

ภาพที่ 1: รูปภาพลักษณะการวัดขนาดของรองเท้า และรอยฝ่าเท้า 7
ภาพที่ 2: รูปภาพลักษณะการวัดความยาวของระยะก้าวเดิน 8
ภาพที่ 3: รอยฝ่าเท้าที่เกิดจากเท้าที่เปียกบนพื้นและรอยรองเท้าบนพื้นดิน 9
ภาพที่ 4: รอยเท้าที่เหลืออยู่ในทราย 9
ภาพที่ 5: โครงสร้างการเขียน Robot Framework 11
ภาพที่ 6: แสดงขั้นตอนของ Data Science Pipeline 12
ภาพที่ 7: แสดงความแตกต่างระหว่างการเขียนโปรแกรมโดยปกติทั่วกับการเรียนรู้ของเครื่อง 14
ภาพที่ 8: การเปรียบเทียบการวิเคราะห์การถดถอยอย่างง่ายกับการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ 15
ภาพที่ 9: แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าโฆษณาที่จ่ายและยอดขาย 16
ภาพที่ 10: แสดงเส้นตรง Regression line 17
ภาพที่ 11: เส้นตรง Regression line และผลต่างระหว่างค่าจริงและค่าทำนาย (d) 17
ภาพที่ 12: แสดงการเรียกใช้งาน Linear regression ของไลบรารี Scikit-learn แสดงการทำนาย. 18
ภาพที่ 13: แสดงการเปรียบเทียบระหว่าง Linear Regression และ Polynomial Regression 19
ภาพที่ 14: เส้นโมเดลที่ Degree ต่าง ๆ กัน 20
ภาพที่ 15: ระยะคลาดเคลื่อนที่ใช้ในการประเมินความแม่นยำโมเดล 21
ภาพที่ 16: ความแตกต่างระหว่าง Linear Regression กับ Logistic Regression 24
ภาพที่ 17: ตัวอย่างตาราง Confusion Matrix ขนาด 2x2 25
ภาพที่ 18: แสดงผลแบบ Confusion Matrix 27
ภาพที่ 19: ผลลัพธ์ค่าที่ได้จาก Confusion Matrix 27
ภาพที่ 20: Use Case Diagram ระบบเว็บแอปพลิเคชันคำนวณประเมินความสูงและเพศจากขนาดรองเท้า รอยพิมพ์ฝ่าเท้าและระยะก้าวเดิน 42
ภาพที่ 21: Flow Chart Diagram ระบบเว็บแอปพลิเคชันคำนวณประเมินความสูงและเพศจากขนาดรองเท้า รอยพิมพ์ฝ่าเท้าและระยะก้าวเดิน 43

ภาพที่ 22: หน้าจอคาดคะเนความสูงหรือเพศของขนาดรองเท้า บนคอมพิวเตอร์และสมาร์ทโฟน ... 44
ภาพที่ 23: รายการทดสอบสำหรับเว็บแอปพลิเคชันโปรแกรมคำนวณและเมินหาความสูงและเพศ . 45
ภาพที่ 24: โครงสร้างในส่วนของ Settings ของ Robot Framework 45
ภาพที่ 25: โครงสร้างในส่วนของ Variables ของ Robot Framework 46
ภาพที่ 26: การระบุ path ของ Variables บนเว็บแอปพลิเคชัน 46
ภาพที่ 27: โครงสร้างในส่วนของ Keywords ของ Robot Framework 47
ภาพที่ 28: โครงสร้างในส่วนของรายการทดสอบ Robot Framework 47
ภาพที่ 29: ระบบเปิดเบราว์เซอร์หลังจากใช้คำสั่งรัน 48
ภาพที่ 30: ผลลัพธ์จากการรัน Robot Framework 48
ภาพที่ 31: QR Code สำหรับการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์บนเว็บสำหรับคำนวณประเมินความสูงและเพศ 50
ภาพที่ 32: การคาดคะเนความสูงจากขนาดรองเท้ากรณีเลือกไม่ทราบเพศ 51
ภาพที่ 33: การคาดคะเนความสูงจากขนาดรองเท้ากรณีเลือกเพศ 52
ภาพที่ 34: การคาดคะเนความสูงจากขนาดขนาดรองเท้า 52
ภาพที่ 35: การคาดคะเนเพศจากขนาดและขนาดรองเท้า 53
ภาพที่ 36: การคาดคะเนความสูงจากระยะก้าวเดิน 53
ภาพที่ 37: การคาดคะเนความสูงจากรอยฝ่าเท้าเลือกกรณีไม่ทราบเพศ 54
ภาพที่ 38: การคาดคะเนความสูงจากรอยฝ่าเท้าเลือกกรณีเลือกเพศชายหรือเพศหญิง 54
ภาพที่ 39: การคาดคะเนเพศจากรอยฝ่าเท้า 55
ภาพที่ 40: แสดงวิธีการวัดได้ที่แท็บแสดง 55
ภาพที่ 41: Report ผลลัพธ์จาก robot 1RB_Shoestep.robot 56
ภาพที่ 42: Report ผลลัพธ์จาก 2RB_ShoePrint.robot 57
ภาพที่ 43: Report ผลลัพธ์จาก robot 3RB_FootPrint.robot 58
ภาพที่ 44: การวัดค่าความแม่นยำของโมเดลของการคาดคะเนความสูงจากระยะก้าวเดินเพศชาย .. 61

ภาพที่ 45: กราฟสมการโมเดลเปรียบเทียบกับข้อมูลตัวอย่างเพศชาย 62
ภาพที่ 46: กราฟแสดงความคลาดเคลื่อนระหว่างข้อมูลจริงและข้อมูลที่ทำนายของระยะก้าวเดินกับความสูงเพศชาย 62
ภาพที่ 47: การวัดประสิทธิภาพการคาดคะเนความสูงจากระยะก้าวเดินเพศชายด้วย Polynomial Regression 64
ภาพที่ 48: การวัดค่าความแม่นยำของโมเดลของการคาดคะเนความสูงจากระยะก้าวเดินเพศหญิง 64
ภาพที่ 49: กราฟแสดงความคลาดเคลื่อนระหว่างข้อมูลจริงและข้อมูลที่ทำนายของความสูงกับระยะก้าวเดินเพศหญิง 65
ภาพที่ 50: การวัดค่าความแม่นยำของโมเดลของการคาดคะเนความสูงจากความกว้างรองเท้าเพศชาย 66
ภาพที่ 51: กราฟแสดงความคลาดเคลื่อนระหว่างข้อมูลจริงและข้อมูลที่ทำนายของความสูงกับความกว้างรองเท้าเพศชาย 67
ภาพที่ 52: การวัดค่าความแม่นยำของโมเดลของการคาดคะเนความสูงจากความกว้างรองเท้าเพศหญิง 68
ภาพที่ 53: กราฟแสดงความคลาดเคลื่อนระหว่างข้อมูลจริงและข้อมูลที่ทำนายของความสูงกับความกว้างรองเท้าเพศหญิง 69
ภาพที่ 54: การวัดค่าความแม่นยำของโมเดลของการคาดคะเนความสูงจากความยาวรองเท้าเพศชาย 70
ภาพที่ 55: กราฟแสดงความคลาดเคลื่อนระหว่างข้อมูลจริงและข้อมูลที่ทำนายของความสูงกับความยาวรองเท้าเพศชาย 71
ภาพที่ 56: การวัดค่าความแม่นยำของโมเดลของการคาดคะเนความสูงจากความยาวรองเท้าเพศหญิง 72
ภาพที่ 57: กราฟแสดงความคลาดเคลื่อนระหว่างข้อมูลจริงและข้อมูลที่ทำนายของความสูงกับความยาวรองเท้าเพศหญิง 72
ภาพที่ 58: การวัดค่าความแม่นยำของโมเดลของการคาดคะเนความสูงจากขนาดรองเท้าเพศชาย 74
ภาพที่ 59: กราฟแสดงความคลาดเคลื่อนระหว่างข้อมูลจริงและข้อมูลที่ทำนายของความสูงกับขนาดรองเท้าเพศชาย 74

ภาพที่ 60: การวัดค่าความแม่นยำของโมเดลของการคาดคะเนความสูงจากขนาดรองเท้าเพศหญิง. 75

ภาพที่ 61: กราฟแสดงความคลาดเคลื่อนระหว่างข้อมูลจริงและข้อมูลที่ทำนายของความสูงกับขนาดรองเท้าเพศหญิง 76

ภาพที่ 62 : แสดงค่าสถิติของการคาดคะเนความสูงจากขนาดรองเท้าโดยใช้ตัวแบบ Multiple Linear Regression 79

ภาพที่ 63: แสดงผลการวิเคราะห์การคาดคะเนเพศจากความยาว ความกว้างและขนาดรองเท้า 80

ภาพที่ 64: แสดงผลการวิเคราะห์การคาดคะเนเพศจากความยาว และความกว้างของรองเท้า 81

ภาพที่ 65: แสดงผลการวิเคราะห์การคาดคะเนเพศจากความกว้าง และขนาดรองเท้า 82

ภาพที่ 66: แสดงผลการวิเคราะห์การคาดคะเนเพศจากความยาว และขนาดรองเท้า 83

ภาพที่ 67: แผนภาพกล่องเปรียบเทียบขนาดรองเท้าของเพศชายและเพศหญิง 84

ภาพที่ 68: แผนภาพกล่องเปรียบเทียบความกว้างรองเท้าของเพศชายและเพศหญิง 84

ภาพที่ 69: แผนภาพกล่องเปรียบเทียบความยาวรองเท้าของเพศชายและเพศหญิง 85

ภาพที่ 70: แผนภาพการกระจายความสัมพันธ์ระหว่างความยาวและความกว้างรองเท้าของเพศชายและเพศหญิง 86

ภาพที่ 71: แผนภาพการกระจายความสัมพันธ์ระหว่างความกว้างและขนาดรองเท้าของเพศชายและเพศหญิง 86

ภาพที่ 72: แผนภาพการกระจายความสัมพันธ์ระหว่างความยาวและขนาดรองเท้าของเพศชายและเพศหญิง 86

ภาพที่ 73: แผนภาพการกระจายความสัมพันธ์ระหว่างความยาว ความกว้าง และขนาดรองเท้าของเพศชายและเพศหญิง 87

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

ในปัจจุบันมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วในทุก ๆ ด้าน โดยเฉพาะอย่างยิ่งทางด้านเทคโนโลยีสารสนเทศมีความเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว ปัจจุบันโปรแกรมประยุกต์บนเว็บแอปพลิเคชัน (Web Application) เข้ามามีบทบาทในชีวิตประจำวันของประชากร ไม่ว่าจะเป็นการใช้งานเพื่อการศึกษา การสื่อสาร บันเทิง และอื่น ๆ ปัจจัยสำคัญที่ทำให้เว็บแอปพลิเคชันเป็นที่ต้องการอย่างแพร่หลาย เนื่องจากประชากรสามารถเข้าถึงเว็บแอปพลิเคชันได้ง่าย ไม่ว่าจะเป็นในรูปแบบของสมาร์ทโฟน แท็บเลต และพีซี

ทางด้านนิติวิทยาศาสตร์ ในการตรวจพิสูจน์เอกลักษณ์บุคคล (Human Identification) เป็นกระบวนการที่มีความสำคัญมากเพราะต้องระบุให้ได้ว่าคนร้าย ผู้ต้องสงสัย หรือผู้รับเคราะห์เป็นใคร ในการตรวจพิสูจน์เอกลักษณ์บุคคลเพื่อตรวจสอบว่าเป็นบุคคลใดบุคคลหนึ่งแน่นอน โดยไม่มีข้อโต้แย้ง เช่น การตรวจพิสูจน์ทางดีเอ็นเอ ลายพิมพ์นิ้วมือ และลายพิมพ์ฝ่าเท้า เป็นต้น การตรวจพิสูจน์หลักฐานเพื่อให้ทราบถึง อายุ เพศ และเชื้อชาติของบุคคล และใช้เป็นแนวทางในการตรวจพิสูจน์ขั้นต้น ดังนั้นสถานที่เกิดเหตุจึงเป็นแหล่งของวัตถุพยานและเป็นหัวใจสำคัญของการสืบสวนสอบสวน นอกจากนี้สิ่งที่สำคัญที่จะช่วยเชื่อมโยงพยานหลักฐาน ประเภทของพยานหลักฐานเข้ากับเหตุอาชญากรรมที่เกิดขึ้นนั้นได้ก็คือ วิธีการในการตรวจสถานที่เกิดเหตุ การตรวจพิสูจน์พยานหลักฐานเพื่อนำไปสู่การพิสูจน์เอกลักษณ์บุคคลซึ่งเป็นเป้าหมายสำคัญอย่างยิ่งของงานด้านนิติวิทยาศาสตร์ ในสถานที่เกิดเหตุรอยเท้า หรือรองเท้า ก็มีความสำคัญมากมิใช่น้อยเพราะเป็นพยานหลักฐานที่พบได้เป็นลำดับแรก ๆ ในสถานที่เกิดเหตุและเป็นวัตถุพยานที่สำคัญในสถานที่เกิดเหตุ สามารถที่จะตรวจพบได้ในสถานที่เกิดเหตุเกือบทุกประเภท โดยมีความเป็นเอกลักษณ์ (Uniqueness) และไม่เปลี่ยนแปลง (Permanence) เช่นเดียวกับรอยพิมพ์ลายนิ้วมือ โดยคุณลักษณะเฉพาะของเท้า เช่น รูปร่าง ขนาดของเท้า ระยะห่างระหว่างนิ้วเท้า ความกว้างและความยาวของเท้า รอยแตก บาดแผล หรือแผลจากการประสบอุบัติเหตุ ลักษณะเหล่านี้จะแสดงลักษณะเฉพาะตัวไปยังบุคคลผู้เป็นเจ้าของรอยเท้าได้อีกด้วย

จากข้อมูลที่ศึกษา ผู้วิจัยเห็นความสำคัญและมีความสนใจที่จะทำการศึกษางานวิจัยการประมาณความสูงและเพศของบุคคลจากระยะก้าวเดินและขนาดรองเท้า เพื่อการสืบสวนทางอาชญากรรม (อรทัย เขียวพุ่ม, 2563) และงานวิจัยการคาดคะเนความสูงและเพศของบุคคลจากรอย

พิมพ์ฝ่าเท้าในกลุ่มประชากรไทย กรณีศึกษาจังหวัดอุตรดิตถ์และจังหวัดแพร่ (วรารัตน์ ก่อเกิด, 2554) เพื่อดำเนินการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์บนแอปพลิเคชัน ที่สามารถคำนวณประเมินความสูงและเพศจากขนาดรองเท้า รอยพิมพ์ฝ่าเท้าและระยะก้าวเดิน สำหรับช่วยลดขั้นตอนในการตรวจพิสูจน์ ไปใช้ประโยชน์ในการตรวจพิสูจน์บุคคลในกระบวนการสืบสวนสอบสวน หลังจากนั้นทำการเปรียบเทียบการวัดค่าความแม่นยำและประสิทธิภาพของตัวแบบสมการ จากข้อมูลของงานวิจัยต้นแบบของอรทัย เขียวพุ่ม โดยใช้การเรียนรู้ของเครื่อง (Machine Learning) อีกทั้งยังสามารถนำความรู้ที่ได้จากการศึกษาในครั้งนี้ไปใช้ประโยชน์ในการตรวจพิสูจน์บุคคลในกระบวนการสืบสวนสอบสวนและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้จริงในทางนิติวิทยาศาสตร์

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 พัฒนาโปรแกรมประยุกต์บนเว็บที่สามารถคำนวณประเมินคาดคะเนความสูงและเพศจากระยะก้าวเดิน ขนาดรองเท้า และรอยพิมพ์ฝ่าเท้า

1.2.2 เพื่อประเมินความพึงพอใจต่อการใช้งานโปรแกรมคำนวณประเมินความสูงและเพศ กลุ่มเป้าหมายในงานวิจัยนี้ ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญทางด้านการพัฒนาระบบจำนวน 6 คน และเจ้าหน้าที่ตำรวจกองพิสูจน์หลักฐานจังหวัดกาญจนบุรี จำนวน 20 คน

1.2.3 เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพระหว่างตัวแบบสมการที่ได้ของงานวิจัยนี้กับงานวิจัยต้นแบบ สำหรับคาดคะเนความสูง โดยใช้การเรียนรู้ของเครื่อง

1.3 สมมติฐานการศึกษา

สามารถนำโปรแกรมประยุกต์บนเว็บสำหรับการประมาณค่าความสูงและเพศของบุคคล โดยใช้ความยาวและความกว้างของรองเท้า ระยะก้าวเดินและรอยพิมพ์ฝ่าเท้าใช้ประโยชน์ในกระบวนการสืบสวนสอบสวน และสามารถนำความสัมพันธ์ เปรียบเทียบการวัดประสิทธิภาพตัวแบบสมการ โดยใช้การเรียนรู้ของเครื่อง เปรียบเทียบกับงานวิจัยต้นแบบ

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

1. ศึกษางานวิจัย และพัฒนาโปรแกรมประยุกต์บนเว็บแอปพลิเคชัน โดยทำการคำนวณประเมินความสูงจากการกรอกความยาว ความกว้างของรองเท้า รอยพิมพ์ฝ่าเท้าและระยะก้าวเดิน จากสมการความสัมพันธ์ระหว่างความสูงและเพศกับขนาดของรองเท้า รอยพิมพ์ฝ่าเท้าและระยะก้าวเดิน จากงานวิจัยการประมาณความสูงและเพศของบุคคลจากระยะก้าวเดินและขนาดรองเท้า เพื่อ

การสืบสวนทางอาชญากรรม และงานวิจัยการคาดคะเนความสูงและเพศของบุคคลจากรอยพิมพ์ฝ่าเท้าในกลุ่มประชากรไทย กรณีศึกษาจังหวัดอุตรดิตถ์และจังหวัดแพร่

2. ทดสอบโปรแกรมเว็บแอปพลิเคชันโดยการทดสอบซอฟต์แวร์อัตโนมัติ (Automation Testing) โดยใช้ Robot framework โดยทำการเก็บ Report Log

3. สำรวจความพึงพอใจเบื้องต้นในการใช้งานโปรแกรมประยุกต์บนเว็บสำหรับคำนวณประเมินความสูงและเพศจากขนาดรองเท้า รอยพิมพ์ฝ่าเท้าและระยะก้าวเดิน จากเจ้าหน้าที่ตำรวจกองพิสูจน์หลักฐานจังหวัดกาญจนบุรี จำนวน 20 คน

4. วิเคราะห์เปรียบเทียบการวัดค่าความแม่นยำและการวัดประสิทธิภาพตัวแบบสมการ โดยใช้การเรียนรู้ของเครื่องเปรียบเทียบกับงานวิจัยการประมาณความสูงและเพศของบุคคลจากระยะก้าวเดินและขนาดรองเท้า เพื่อการสืบสวนทางอาชญากรรม

1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ

ความสูง หมายถึง ความสูงของร่างกาย โดยการวัดจากจุดบนสุดของศีรษะมายังพื้น ทำการวัดด้วยเครื่องวัดความสูง มีหน่วยในการวัดเป็นเซนติเมตร

ขนาดของรองเท้า หมายถึง ความยาวและความกว้างของรองเท้า โดยมีวิธีวัดความยาวของรองเท้า โดยมีวิธีวัดความยาวของรองเท้าจากจุดกึ่งกลางของส้นรองเท้าไปจนถึงจุดปลายสุดของรองเท้าที่ยาวที่สุด มีหน่วยการวัดเป็นเซนติเมตร และความกว้างของรองเท้าวัดจากฝั่งซ้ายของรองเท้าไปยังฝั่งขวาของรองเท้า มีหน่วยการวัดเป็นเซนติเมตร

ขนาดรอยพิมพ์ฝ่าเท้า หมายถึง ความยาวและความกว้างของรอยพิมพ์ฝ่าเท้า โดยมีวิธีวัดความยาวของรอยพิมพ์ฝ่าเท้าจากจุดที่ยื่นยาวที่สุดของนิ้วเท้าไปยังจุดที่ยื่นยาวมากที่สุดของส้นเท้า มีหน่วยการวัดเป็นเซนติเมตร และความกว้างของรอยพิมพ์ฝ่าเท้าวัดจากจุดที่ยื่นยาวที่สุดด้านในของรอยพิมพ์ฝ่าเท้าและส่วนที่ยื่นยาวที่สุดด้านนอกของรอยพิมพ์ฝ่าเท้า มีหน่วยในการวัดเป็นเซนติเมตร

ความยาวของระยะการก้าวเดิน (Stride Length) หมายถึง ระยะระหว่างที่ส้นเท้าของเท้าข้างหนึ่งพ้นพื้นถึงระยะของส้นเท้าข้างเดียวกันแตะพื้นอีกครั้ง การพิจารณาควรดูระยะทางของการเดิน 1 รอบ ในเท้าแต่ละข้างว่าเท่ากันหรือไม่ (Symmetrical หรือ Asymmetrical)

เพศ (Sex) หมายถึง เพศที่กำเนิดตามธรรมชาติที่เป็นลักษณะทางกายภาพที่ถูกกำหนดจากชีววิทยา เช่น ผู้หญิงมีอวัยวะเพศหญิง มดลูก รังไข่ ประจำเดือน ส่วนเพศชายมีอวัยวะเพศชาย ลูกอัณฑะ เชื้ออสุจิ และเป็นตัวกำหนดบทบาทเพศ (Sex Roles) ให้เพศหญิงและเพศชายมีบทบาทมี

หน้าที่ที่แตกต่างกัน เช่น ผู้หญิงตั้งครรภ์และคลอดบุตร ผู้ชายจะมีส่วนในการให้กำเนิดโดยเป็นผู้ผลิตอสุจิที่จะผสมกับไข่

เว็บแอปพลิเคชัน หมายถึง เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์หนึ่งที่ทำหน้าที่เฉพาะ โดยใช้เว็บเบราว์เซอร์เป็นไคลเอนต์ (Client) ซึ่งไคลเอนต์นี้เป็นระบบหรือแอปพลิเคชัน ที่สามารถเชื่อมต่อเข้ากับระบบคอมพิวเตอร์อื่นที่เรียกว่าเซิร์ฟเวอร์ได้

การเรียนรู้ของเครื่อง หมายถึง สาขาหนึ่งของปัญญาประดิษฐ์ที่พัฒนามาจากการศึกษาการรู้จำแบบ เกี่ยวข้องกับการศึกษาและการสร้างอัลกอริทึมที่สามารถเรียนรู้ข้อมูลและทำนายข้อมูลได้ อัลกอริทึมนั้นจะทำงานโดยอาศัยโมเดลที่สร้างมาจากชุดข้อมูลตัวอย่างเพื่อการทำนายหรือตัดสินใจโดยไม่ต้องเขียนโปรแกรมไว้อย่างชัดแจ้ง การเรียนรู้ของเครื่องต้องอาศัยวิธีการทางสถิติศาสตร์เป็นอย่างมาก โดยเชื่อมโยงกับองค์ความรู้อื่นที่ต้องการนำไปประยุกต์ เช่น การแพทย์ ชีวสารสนเทศศาสตร์ เคมีสารสนเทศศาสตร์

งานวิจัยต้นแบบ หมายถึง งานวิจัยการประมาณความสูงและเพศของบุคคลจากระยะก้าวเดินและขนาดรองเท้า เพื่อการสืบสวนทางอาชญากรรม (อรทัย เขียวพุ่ม, 2563)

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถคาดคะเนความสูงและเพศ จากความยาวและความกว้างของขนาดรองเท้า ขนาดรอยพิมพ์ฝ่าเท้าและระยะก้าวเดินได้ โดยประยุกต์การคำนวณการคาดคะเนบนเว็บแอปพลิเคชัน

2. มีเว็บแอปพลิเคชันบนเว็บบราวเซอร์ สำหรับการคาดคะเนความสูงและเพศ จากความยาวและความกว้างของขนาดรองเท้า ขนาดรอยพิมพ์ฝ่าเท้าและระยะก้าวเดิน

3. อำนวยความสะดวกการใช้งานให้กับเจ้าหน้าที่ตำรวจฝ่ายพิสูจน์หลักฐานในสถานที่เกิดเหตุ หรือประยุกต์ใช้ในงานนิติวิทยาศาสตร์เพื่อเป็นประโยชน์ในการสืบสวนสอบสวนหาตัวผู้ที่กระทำความผิดได้

บทที่ 2
แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ทฤษฎีและงานวิจัยที่มีความเกี่ยวข้องกับการศึกษาวิจัยเรื่องการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์บนเว็บ สำหรับคำนวณประเมินความสูงจากขนาดรองเท้า รอยพิมพ์ฝ่าเท้าและระยะก้าวเดิน จากงานวิจัยตัวอย่างผู้วิจัยได้ทำการศึกษาค้นคว้า ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อสร้างความรู้ ความเข้าใจในและเป็นแนวทางในการดำเนินงานวิจัย เพื่อให้สามารถดำเนินการศึกษาได้อย่างถูกต้องสมบูรณ์ และเพื่อศึกษาแนวทางในการพัฒนาโปรแกรมบนเว็บเบราว์เซอร์ในการคำนวณประเมินความสูง โดยมุ่งหวังว่าจะเป็นประโยชน์สำหรับการปฏิบัติงานทางด้านนิติวิทยาศาสตร์ และเพื่อให้สามารถดำเนินการได้อย่างสมบูรณ์ยิ่งขึ้นโดยจำแนกประเด็นที่มีความเกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

2.1 แนวคิดเกี่ยวกับการพิสูจน์หลักฐาน รองเท้ากับระยะก้าวเดิน และการเกิดรอยฝ่าเท้าในสถานที่เกิดเหตุ

2.2 แนวคิดเกี่ยวกับโปรแกรมประยุกต์บนเว็บ การทดสอบซอฟต์แวร์อัตโนมัติ และการเรียนรู้ด้วยเครื่อง

2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 แนวคิดเกี่ยวกับการพิสูจน์หลักฐาน รองเท้ากับระยะก้าวเดิน และการเกิดรอยฝ่าเท้าในสถานที่เกิดเหตุ

การพิสูจน์หลักฐานเป็นงานด้านนิติวิทยาศาสตร์ (Forensic Science) มี รากศัพท์มาจากภาษาละติน forum ซึ่ง หมายถึงการประชุมแสดงความคิดเห็นของพลเมืองร่วมกัน ณ ที่ประชุมใจกลางเมือง ในยุคจักรวรรดิโรมัน ได้นำมาใช้ในการไต่สวนผู้กระทำความผิดจากคดีต่าง ๆ เพื่อเปิดโอกาสให้ฝ่ายผู้กล่าวหาและผู้ถูกกล่าวหาได้ให้ ข้อมูลต่อที่ประชุม ฝ่ายใดให้เหตุผลหรือโต้แย้งได้ดีกว่าจะเป็นฝ่ายชนะคดี และต่อมาได้มีการเพิ่มการใช้หลักฐานทางวัตถุพยานในที่เกิดเหตุเข้ามาร่วมการตัดสินคดีด้วย จึงทำให้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้เข้ามามีบทบาทในการพิสูจน์หลักฐานประกอบการพิจารณาคดีมากขึ้น เพื่อติดตามหา ผู้กระทำผิดในคดีต่าง ๆ เป็นไปด้วยความถูกต้องและเกิดความยุติธรรม ดังนั้นนิติวิทยาศาสตร์ คือ การนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ทุกสาขามาประยุกต์ใช้เพื่อพิสูจน์ข้อเท็จจริงในคดีความเพื่อผลในการบังคับใช้ กฎหมายและการลงโทษ (พัชรา สินลอยมา, 2557) จากการที่ได้ให้ความหมายของนิติวิทยาศาสตร์ว่าเป็นการนำเอาวิทยาศาสตร์ทุก สาขามา

ประยุกต์กับกฎหมายเพื่อให้ความยุติธรรมแก่ประชาชนตามกฎหมาย โดยให้เกิดประโยชน์ เพื่อให้เกิดผลในการบังคับใช้กฎหมายและการลงโทษ จึงสามารถจำแนกนิติวิทยาศาสตร์ออกเป็น 2 สาขาคือ 1. นิติวิทยาศาสตร์ที่เป็นวิทยาศาสตร์ธรรมชาติ (Natural sciences) ได้แก่ การพิสูจน์หลักฐาน การตรวจสถานที่เกิดเหตุ และเก็บรวบรวมวัตถุพยานในสถานที่เกิดเหตุ และ 2. นิติวิทยาศาสตร์ที่เป็นวิทยาศาสตร์ประยุกต์ (Applied sciences) เป็นการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์สาขาต่าง ๆ มาประยุกต์ใช้ให้เป็นประโยชน์ต่อกระบวนการยุติธรรม ประกอบด้วยหลายสาขาด้วยกัน เช่น นิติเวชศาสตร์ (Legal medicine หรือ Forensic medicine) นิติวิศวกรรมศาสตร์ (Forensic engineering) และนิติทันตวิทยา (Forensic odontology) เป็นต้น

ในปัจจุบันนี้ ได้เกิดปัญหาทางด้านอาชญากรรมขึ้นมากมาย ซึ่งการที่จะเอาตัวผู้กระทำผิดที่แท้จริงมาลงโทษตามกระบวนการยุติธรรมนั้นเป็นเรื่องที่สำคัญอย่างยิ่ง โดยเฉพาะจะต้องมีการรวบรวมพยานหลักฐานมายืนยันให้สามารถพิสูจน์ความผิดได้อย่างชัดเจน โดยการใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีที่ค้นคว้าวิจัยและผลิตขึ้นอย่างทันสมัย ผสานกับหลักนิติวิทยาศาสตร์นี้ให้บรรลุผลได้เป็นอย่างมาก ทั้งนี้ความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ในยุคที่ผ่านมานั้นทำให้การพิสูจน์หลักฐานและการระบุตัวบุคคลมีความชัดเจน รวดเร็วและถูกต้องมากขึ้น ทำให้กระบวนการยุติธรรมมีประสิทธิภาพมากขึ้น

แนวคิดเกี่ยวกับรองเท้า การวัดขนาดและระยะก้าวเดิน

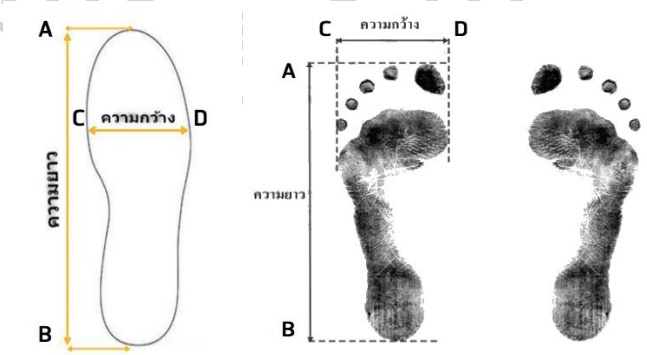
รองเท้า เป็นเครื่องใช้ที่มนุษย์นำมาใช้กับเท้า เพื่อป้องกันอันตรายอันเกิดจากการสัมผัสกับพื้นผิวต่าง ๆ หรือการเจ็บเท้าจากการเดิน หรือการวิ่ง รองเท้ามีหลายประเภทตามวัสดุและประโยชน์การใช้งาน ในปัจจุบันรองเท้าจัดเป็นเครื่องแต่งกายที่มีความหลากหลายตามสมัยนิยม เช่น รองเท้าแตะ รองเท้าผ้าใบ รองเท้าส้นสูง รองเท้าสำหรับการเล่นกีฬา เป็นต้น และรองเท้ายังสามารถแบ่งประเภทของขนาดรองเท้าได้อีกด้วย ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 หน่วยของเบอร์รองเท้า

หน่วยของเบอร์รองเท้า	รายละเอียด
US	เป็นหน่วยวัดที่ใช้ในสหรัฐอเมริกาและแคนาดา จะพบเห็นในรองเท้ายี่ห้อ Vans และ NIKE
UK	เป็นหน่วยวัดของประเทศอังกฤษ จะพบเห็นได้จากรองเท้าที่มาจากแถบยุโรป เช่น PUMA ADIDAS
JP	เป็นหน่วยวัดที่กำหนดโดยประเทศญี่ปุ่นที่อิงกับหน่วยเซนติเมตร ทำให้เป็นหน่วยเทียบเบอร์รองเท้าที่ไม่ต้องแปลงค่าใด ๆ
EUR	หน่วยเทียบขนาดรองเท้าที่ได้รับความนิยม พบได้บ่อยในรองเท้าแบรนด์สัญชาติยุโรป ยกเว้นประเทศอังกฤษ

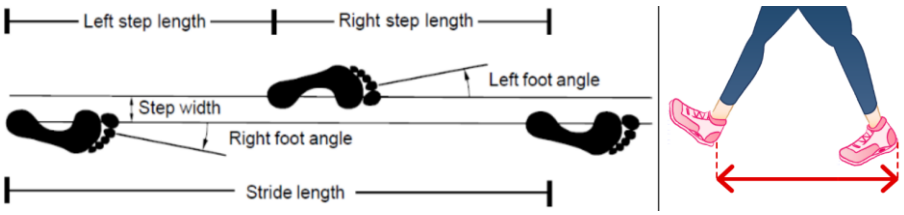
ที่มา : (ไม่ปรากฏชื่อ, 2015)

นอกจากรองเท้าที่สามารถป้องกันอันตรายอันเกิดจากการสัมผัสกับพื้นผิวแล้ว การวัดขนาดเท้ากับรองเท้าที่สวมใส่ก็มีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกันเป็นอย่างมาก หากขนาดรองเท้าใหญ่มากกว่าเท้าหรือเล็กมากกว่าเท้าของผู้ใส่อาจจะเกิดอันตราย การบาดเจ็บกับเท้าของผู้สวมใส่รองเท้าที่ผิดขนาดได้ จากที่ได้ทำการศึกษาในงานวิจัยมีการวัดขนาดรองเท้า รอยฝ่าเท้า และระยะก้าวเดินยังสามารถทำการคาดคะเนส่วนสูงได้อีกด้วย โดยที่ความยาวของระยะการก้าวเดิน คือ ระยะระหว่างที่ส้นเท้าของเท้าข้างหนึ่งพ้นพื้นถึงระยะของส้นเท้าข้างเดียวกันแตะพื้นอีกครั้ง การพิจารณาควรดูระยะทางของการเดิน 1 รอบ ลักษณะแสดงวิธีการวัดดังภาพที่ 1 และภาพที่ 2



ภาพที่ 1: รูปภาพลักษณะการวัดขนาดของรองเท้า และรอยฝ่าเท้า

ที่มา : (ศิริจันทนีย์ ตรีแก้ว, 2561) และ (วรารัตน์ ก่อเกิด, 2554)



ภาพที่ 2: รูปภาพลักษณะการวัดความยาวของระยะก้าวเดิน

ที่มา : (ปารณัท วิทยรุ่งโรจน์, สุนีย์ บวรสุนทรชัย, & ณรงค์ สังวาระนที, 2562)

การเกิดรอยฝ่าเท้าและประโยชน์จากรอยเท้าในการตรวจพิสูจน์ในสถานที่เกิดเหตุ

รอยฝ่าเท้า (ธีรสมร หนูมา, 2018) หรือรอยรองเท้า ถือเป็นวัตถุพยานที่เกิดรอยประทับที่ได้จากการเหยียบย่ำประทับของเท้า สามารถพบได้ง่ายและพบได้มากในสถานที่เกิดเหตุ นอกจากนั้นรอยเท้ายังทำให้ทราบข้อมูลต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์จากการตรวจสถานที่เกิดเหตุดังนี้

1. สามารถระบุลักษณะรูปพรรณสัณฐานและรสนิยมของคนรายได้เบื้องตนโดยดูจาก ขนาดเท้าซึ่งสามารถระบุได้ว่าเจ้าของรอยเท้าเป็นเพศใด ความยาวของฝ่าเท้าและระยะห่างระหว่างรอยเท้าสามารถประมาณความสูงของบุคคล ขนาดของฝ่าเท้าสามารถประมาณน้ำหนักของบุคคล รอยของลายพื้นรองเท้าทำให้ทราบยี่ห้อของรองเท้าจึงสามารถระบุได้ว่าคนร้ายมีรสนิยมแบบใด
2. สามารถระบุได้ว่าคนร้ายเคลื่อนที่แบบใดในสถานที่เกิดเหตุได้จากตำแหน่งของรอยเท้า
3. สามารถสันนิษฐานเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นได้ในระหว่างที่คนร้ายลงมือกระทำผิดโดยดูจากการเคลื่อนที่ของคนร้าย
4. สามารถทราบถึงเส้นทางที่คนร้ายเข้ามาในสถานที่เกิดเหตุ เส้นทางหลบหนีของคนร้ายและสามารถนำไปสู่รอบเท้าอีกชุดหนึ่งได้ โดยดูจากทิศทางของรอยเท้า
5. สามารถระบุได้ว่าคนร้ายมาจากที่ใด หรือเคยไปสถานที่ใดมาก่อนที่จะมากระทำความผิดโดยดูได้จากสิ่งที่ติดมากับรองเท้าของคนร้ายแล้วปรากฏในสถานที่เกิดเหตุ

รอยเท้าสามารถปรากฏบนพื้นผิวเกือบทุกพื้นผิวตั้งแต่กระดาษไปจนถึงบนร่างกายมนุษย์ซึ่งรอยเท้า แบ่งออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่

1. รอยที่มองเห็นได้ (Visible print) คือการถ่ายโอนวัสดุจากฝ่าเท้าหรือรองเท้าไปยังพื้นผิวเนื่องจาก เท้าเปื้อนสารต่าง ๆ เป็นการแสดงผลแบบ 2 มิติ รอยชนิดนี้สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่าโดยไม่ต้องใช้ อุปกรณ์ช่วยเพิ่มเติม ตัวอย่างเช่น รอยฝ่าเท้าเปื้อนเลือด รอยฝ่าเท้าที่เหยียบย่ำบนพื้นที่มีฝุ่นเกาะผิวหน้า และสามารถมองเห็นได้อย่างชัดเจน วิธีเก็บรวบรวมหลักฐานโดยการถ่ายภาพแสดงดังรูปภาพที่ 3

ภาพที่ 3: รอยฝ่าเท้าที่เกิดจากเท้าที่เปียกบนพื้นและรอยรองเท้าบนพื้นดิน

ที่มา : https://pxhere.com/th/photo/796344

2. รอยพิมพ์พลาสติก (Plastic print) คือรอยพิมพ์ที่มีการแสดงผลแบบสามมิติที่เหลืออยู่บนพื้นผิวที่ อ่อนนุ่ม ซึ่งรวมถึงรอยเท้าหรือยางที่เหลืออยู่ในทราย โคลน หรือหิมะ แสดงดังรูปภาพที่ 4 และมีวิธีเก็บรวบรวมหลักฐานโดยวิธีการ หล่อปูนปลาสเตอร์ โดยจะทำการล้อมกรอบโลหะรอบๆ บริเวณจากนั้นเทปูนปลาสเตอร์ให้เต็มกรอบอย่างระมัดระวัง เมื่อปูนแหงจึงตัดกรอบและแยกปูนออก

ภาพที่ 4: รอยเท้าที่เหลืออยู่ในทราย

ที่มา : https://pxhere.com/th/photo/844044

3. รอยแฝง (Latent print) รอยพิมพ์แฝงเป็นสิ่งที่ไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่าซึ่งรอยประเภทนี้ ถูกสร้างขึ้นจากประจุไฟฟ้าสถิตระหว่างเท้าและพื้นผิวซึ่งผู้ตรวจสอบหรือผู้สืบสวนใช้ผงฝุ่นสารเคมี หรือ Alternate light sources เพื่อหารอยแฝงเหล่านี้ ตัวอย่างเช่นรอยรองเท้าที่พบบนพื้นกระเบื้อง หรือไม้เนื้อ แข็ง บนธรณีประตู บนเคาน์เตอร์โลหะ และบนพื้นผิวถนน หรือทางเท้า

2.2 แนวคิดเกี่ยวกับโปรแกรมประยุกต์บนเว็บ การทดสอบซอฟต์แวร์อัตโนมัติ และการเรียนรู้ด้วยเครื่อง

โปรแกรมประยุกต์บนเว็บแอปพลิเคชัน หรือเว็บแอปพลิเคชัน คือ แอปพลิเคชัน (Application) ที่ถูกเขียนขึ้นมาเพื่อเป็นเบราว์เซอร์ (Browser) สำหรับการใช้งานเว็บเพจ (Webpage) ต่าง ๆ ซึ่งถูกปรับแต่งให้แสดงผลแต่ส่วนที่จำเป็น เพื่อเป็นการลดทรัพยากรในการประมวลผล ของตัวเครื่องสมาร์ทโฟน หรือ แท็บเล็ต ทำให้โหลดหน้าเว็บไซต์ได้เร็วขึ้น อีกทั้งผู้ใช้งานยังสามารถใช้งานผ่าน อินเทอร์เน็ต (Internet) และอินทราเน็ต (Intranet) ในความเร็วต่ำได้ ข้อดีของเว็บแอปพลิเคชันนั้นคือ ในส่วนของการใช้งานที่สามารถใช้งานได้ง่าย สะดวกทุกที่ ทุกเวลา ถ้าหากไม่มีเครื่องคอมพิวเตอร์ แต่ต้องการใช้เว็บเบราว์เซอร์ก็สามารถใช้เว็บแอปพลิเคชันประเภทนี้ได้ รวมถึงมีการอัพเดท แก้ไขข้อผิดพลาดต่างๆ อยู่ตลอดเวลา และใช้งานได้ทุกแพลตฟอร์ม (M.D.Soft Co.)

Angular คือ ฟอนต์เอนด์เฟรมเวิร์ก (Fronted Framework) ถูกพัฒนาโดย Google โดย Angular เป็นเฟรมเวิร์กที่ใช่สำหรับพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันในฝั่งของไคลเอนต์โดยเฉพาะ หากแอปพลิเคชันต้องการติดต่อกับเซิร์ฟเวอร์ ก็จะใช้ภาษาหรือเฟรมเวิร์กแบบอื่น ๆ ทำหน้าที่ติดต่อกับเซิร์ฟเวอร์แทน เช่น Ruby on Rails, Express หรือ Python เป็นต้น ซึ่งภาษาที่ใช้ในการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันบน Angular ก็คือ TypeScript โดย Angular จะช่วยให้การทำเว็บนั้นง่ายขึ้น รวมถึงยังมีข้อดีในด้านการพัฒนาหลายแพลตฟอร์มในเวลาเดียวกัน ในรูปแบบการแสดงหน้าจอปรับเปลี่ยนตามอุปกรณ์ (Responsive)

TypeScript คือ ซุปเปอร์เซ็ตของ JavaScript หมายความว่า TypeScript คือ JavaScript ที่เพิ่มคุณสมบัติต่าง ๆ ในหลาย ๆ ด้าน เช่นค่าคงที่หรือตัวแปรใน TypeScript จะมีประเภทข้อมูลที่แน่นอน ทำให้สามารถตรวจสอบข้อผิดพลาดได้ง่าย แอปพลิเคชันที่พัฒนาจาก TypeScript จึงมีเสถียรภาพและความปลอดภัยกว่า JavaScript นอกจากนั้น TypeScript ยังรองรับการเขียนโปรแกรมเชิงวัตถุ (Object Oriented Programming) แบบเต็มรูปแบบ เช่น สามารถกำหนดคลาสและอินเตอร์เฟซ เป็นต้น (จีราวุธ วารินทร์, 2562)

Node.js (Ruksiamza) คือ สภาพแวดล้อมการทำงานของโปรแกรมแบบข้ามแพลตฟอร์ม (Cross Platform Runtime Environment) ซึ่งสามารถนำไปติดตั้ง และใช้งานได้บนทุกระบบปฏิบัติการที่เป็นที่นิยม ตัวอย่างเช่น OS X, Windows และ Linux โดย Node.js เป็นการนำภาษา JavaScript ให้มาประมวลผลและทำงาน อยู่ที่ฝั่งของเครื่องเซิร์ฟเวอร์ได้ การประยุกต์ใช้งานที่นิยม เช่น การนำ Node.js มาทำหน้าที่เป็นเว็บเซิร์ฟเวอร์ ที่มีการออกแบบมาให้ทำงานแบบ Event-

Driven หรือทำงาน เมื่อเกิดเหตุการณ์ตามที่กำหนดไว้ และการทำงานแบบ Asynchronous ซึ่งสามารถทำงานในลำดับต่อไปโดยที่ไม่ต้องรอให้งานก่อนหน้าเสร็จก่อนแล้วจึงทำงานขั้นต่อไป แต่ก็สามารถกำหนดให้ทำงานแบบ Synchronous โดยการกำหนด Callback เมื่องานแรกทำงานเสร็จแล้ว ได้เช่นกัน

แนวคิดเกี่ยวกับการทดสอบซอฟต์แวร์อัตโนมัติ

การที่จะดำเนินการนำเว็บแอปพลิเคชันที่สร้างขึ้นสู่ระบบ จะต้องมีการทดสอบสิ่งที่สร้างขึ้นมาก่อนว่าการทำงานถูกต้องหรือไม่ โดยสมัยก่อนทางผู้ทดสอบระบบ (Quality assurance) ระบบจะทำการทดสอบแอปพลิเคชันด้วยมือ โดยมีรายการทดสอบ (Test case) มากำหนดว่าจะทำการทดสอบอะไรบ้างหรือที่เรียกกันว่า การทดสอบด้วยมือ (Manual Test) เพื่อลดระยะการทดสอบลง ช่วยลดความผิดพลาดในการป้อนข้อมูลหรือทำงานซ้ำ และยังสามารถรันเทสหลายเทสได้พร้อมกันในเวลาเดียว ผู้ทดสอบเพียงแค่สั่งรันเทสแล้วรอผลลัพธ์ของการทดสอบ ซึ่งอยู่ในรูปแบบของรายงานสรุปผลการทดสอบ สิ่งที่มาช่วยสำหรับการทดสอบนั่นก็คือ การทดสอบระบบแบบอัตโนมัติ ซึ่งการทดสอบระบบแบบอัตโนมัติที่จะนำมาใช้คือ Robot Framework

Robot framework เป็นเครื่องมือในการทดสอบตัวหนึ่งที่ได้รับความนิยมในการ เขียน testing และการทำTDD (Test-Driven Development) เนื่องจากสคริปต์ที่เขียน ออกมา สามารถอ่านแล้วเข้าใจได้ง่าย ถึงแม้จะไม่เคยเขียนโปรแกรมมาก่อนก็ตาม ดังนั้นจึงสามารถบอกได้ทันทีว่าสคริปต์นั้น ๆ ทำงานยังไง และทดสอบอะไรอยู่ ตัว core framework นั้นถูกเขียนด้วย python (รองรับทั้ง Python 2 และ Python 3) และถูกรันบน Jython (JVM) กับ Iron Python เพื่อให้สามารถรองรับทั้ง Java และ .NET ได้ด้วย ดังนั้นมันจึงมีความ ยืดหยุ่นสูง และมีเทสสคริปต์ต่อการเทสขั้นพื้นฐานค่อนข้างครบถ้วน ซึ่งจะถูกแยกเป็น เป็น Library อย่างเป็นระเบียบ สามารถ import นำไปใช้ตามงานที่ต้องการเทสได้ ไม่ว่าจะ เป็น Android, iOS, Website, Rest API, Windows GUI, Java Swing GUI, Soup Web, Service, MongoDB (ชมพูนุช ภูวันนา & พรธีรา มีจรูญสม, 2559) โครงสร้างการเขียน Robot Framework แสดงดังภาพที่ 5

ภาพที่ 5: โครงสร้างการเขียน Robot Framework

โดยโครงสร้างที่สำคัญในการรันเทสเคสคือ Setting และ Test Case ซึ่งในการสร้าง ไฟล์สำหรับเทสด้วย Robot Framework ทุกครั้งจะต้องมี 2 ส่วนนี้มิฉะนั้นจะไม่สามารถ ทำงานได้ ในส่วนของ Keyword กับ Variables อาจจะมีหรือไม่มีก็ได้ โดยที่

Settings ในส่วนนี้ไว้สำหรับเรียกใช้ Library ต่าง ๆ

Variables เป็นส่วนของการประกาศตัวแปร

Keywords เป็นส่วนการสร้าง Keyword ขึ้นมาเก็บไว้เพื่อใช้ในการเขียน test cases ต่างๆ

Test cases เป็นส่วนสำคัญ โดยจะมีการกำหนดชื่อรายการทดสอบและ การนำ Keyword มาเขียนการทำงาน

วิทยาศาสตร์ข้อมูลกับ Python และการเรียนรู้ด้วยเครื่อง (อรพิน ประวัติบริสุทธิ์, 2564)

วิทยาศาสตร์ข้อมูล (Data Science) คือ เป็นศาสตร์อย่างหนึ่งที่รวมเอาความรู้ด้านการเขียนโปรแกรม ด้านคณิตศาสตร์ และด้านสถิติ มาประยุกต์รวมกัน เพื่อทำให้ข้อมูลที่มีอยู่เกิดเป็นความรู้ใหม่ ๆ เกิดเป็นข้อมูลที่มีมูลค่า สามารถนำไปใช้ช่วยสนับสนุนการตัดสินใจวางแผนทางธุรกิจและช่วยสร้างประโยชน์ทางธุรกิจได้ การทำวิทยาศาสตร์ข้อมูลประกอบด้วยกระบวนการที่ต้องใช้ทักษะหลายอย่างในการทำ ทั้งวิเคราะห์รูปแบบของข้อมูล, การคิดคำถามเพื่อสอบถามข้อมูล หรือการเลือกใช้อัลกอริทึมเพื่อนำมาวิเคราะห์ข้อมูล การทำงานเหล่านี้อยู่ในกระบวนการที่เป็นขั้นตอนตามลำดับเรียกว่า Data Science Pipeline ซึ่งต้องใช้วิทยาศาสตร์ข้อมูล หรือนักวิทยาศาสตร์ข้อมูลมาทำงานกับข้อมูลในกระบวนการนี้ เพื่อได้ผลลัพธ์เป็นข้อมูลเชิงลึกของชุดข้อมูลนั้น โดยที่ 5 ขั้นตอนของ Data Science Pipeline มีตัวย่อคือ “OSEMN” ประกอบด้วย Obtain, Scrub, Explore, โมเดล และ Interpret แสดงดังภาพที่ 6

ภาพที่ 6: แสดงขั้นตอนของ Data Science Pipeline

ที่มา : จาก Python สำหรับงาน Data Science Data Visualization และ Machine Learning (หน้า 13), โดย อรพิน ประวัติบริสุทธิ์, 2564, นนทบุรี: บริษัท ไอดีซี พีเมียร์ จำกัด.

ในกระบวนการทำวิทยาศาสตร์ข้อมูล จึงต้องอาศัยการเขียนโปรแกรมเพื่อประมวลผลข้อมูลสำหรับความต้องการที่ผลลัพธ์ที่แตกต่างกัน ซึ่งภาษาโปรแกรม (Programming Language) ที่นำมาใช้จะต้องมีความยืดหยุ่นและมีฟังก์ชันการทำงานเพื่อรองรับการประมวลผลทางคณิตศาสตร์ได้ดี ซึ่งภาษาที่นิยมใช้ในปัจจุบันได้แก่ Python, R, MATLAB โดยข้อดีของการใช้ Python ทำงานวิทยาศาสตร์ข้อมูลสามารถสรุปได้ดังนี้

1. ภาษาที่ง่ายต่อการเรียนรู้ สามารถประมวลผลได้โดยเขียนโปรแกรมเพียงแค่ไม่กี่บรรทัดเมื่อเทียบกับภาษาอื่นเช่น ภาษา R ซึ่งทำให้เข้าใจได้ง่าย

2. เป็นภาษา cross platform ซึ่งสามารถทำงานได้ในทุกระบบปฏิบัติการด้วยโค้ดโปรแกรมชุดเดิม

3. ทำงานได้เร็วกว่าภาษาอื่นอย่าง R และ MATLAB

4. Python เป็นภาษาที่มีการจัดการทรัพยากรได้ดี ทำให้ใช้หน่วยความจำน้อยในการประมวลผล โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการต้องทำงานกับข้อมูลจำนวนมากเพื่อแปลงข้อมูล (Data Transformation), การแยกข้อมูลออกเป็นส่วนและพลิกแกนหรือมิติข้อมูล (Slice and Dice) รวมไปถึงการแสดงข้อมูลออกมาเป็นกราฟหรือแผนภูมิ (Visualization)

5. Python เป็นภาษาซึ่งมีไลบรารี (Libraries) ต่าง ๆ มากมายในด้านวิทยาศาสตร์ข้อมูลและมีการพัฒนาเวอร์ชันใหม่ ๆ เพื่อเพิ่มเติมความสามารถในการประมวลผลออกมาเรื่อย ๆ เช่น NumPy. Panda, SciPy เป็นต้น

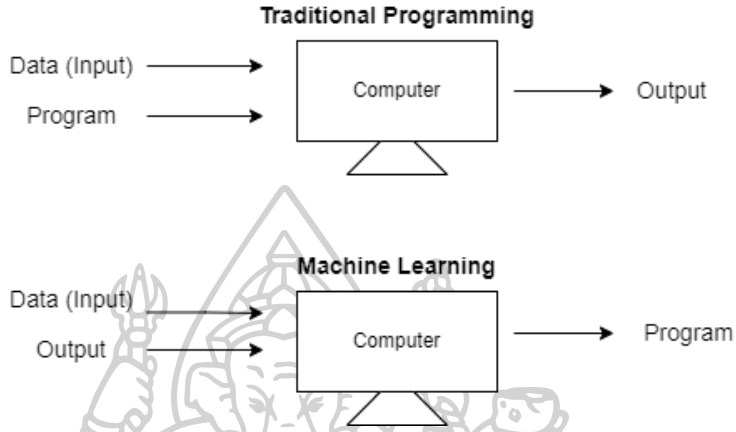
6. Python มีแพ็คเกจซึ่งสามารถเรียกใช้งานโค้ดโปรแกรมของภาษาอื่นเช่น ภาษา C หรือ Java ซึ่งช่วยให้สามารถทำงานร่วมกับการประมวลผลด้วยโปรแกรมอื่นได้

การเรียนรู้ของเครื่อง (อรพิน ประวัติบริสุทธิ์, 2564)

การเขียนโปรแกรมโดยปกติทั่วไป (Traditional Programming) จะเป็นการรับค่าข้อมูลอินพุต (Input) เข้ามาและผู้พัฒนาโปรแกรมจะเป็นคนเขียนคำสั่งที่เป็นส่วนของการประมวลผลลงไปในโปรแกรม (Program) ป้อนให้กับคอมพิวเตอร์ เพื่อให้คอมพิวเตอร์แสดงผลลัพธ์เป็นเอาท์พุต (Output) กลับออกไป แต่การเรียนรู้ของเครื่องแตกต่างจากการเขียนโปรแกรมในลักษณะนี้

การเรียนรู้ของเครื่อง คือ การออกแบบโปรแกรมให้สามารถเรียนรู้และพัฒนาตัวเองจาก “ประสบการณ์” ซึ่งก็คือตัวอย่างข้อมูลทีป้อนเข้าไป หลักการของการเรียนรู้ด้วยเครื่อง คือ ผู้พัฒนาโปรแกรมจะนำตัวอย่างข้อมูลที่มีอยู่ที่เรียกว่า ชุดข้อมูลเรียนรู้ (Training data) และเอาท์พุต

มาป้อนเข้าไปให้กับคอมพิวเตอร์เพื่อสอนให้คอมพิวเตอร์เรียนรู้และทำให้เกิดการพัฒนา “ประสบการณ์” ของตัวโปรแกรมเองที่เรียกว่า เป็นการสร้างโมเดลการเรียนรู้ให้คอมพิวเตอร์มีมันสมอง สามารถทำนายหรือตัดสินใจทำงานได้ด้วยตนเอง (Predict) อย่างอัตโนมัติคล้ายมนุษย์โดยไม่จำเป็นต้องอาศัยผู้พัฒนาโปรแกรมป้อนคำสั่งประมวลผล แสดงดังภาพที่ 7



ภาพที่ 7: แสดงความแตกต่างระหว่างการเขียนโปรแกรมโดยปกติทั่วกับการเรียนรู้ของเครื่อง
ที่มา : จาก Python สำหรับงาน Data Science Data Visualization และ Machine Learning (หน้า 335), โดย อรพิน ประวัติบริสุทธิ์, 2564, นนทบุรี: บริษัท ไอดีซี พีเมียร์ จำกัด.

ประเภทของการเรียนรู้ของเครื่องสามารถแบ่งออกเป็น 3 ประเภทดังนี้ (กอบเกียรติ สระอุบล, 2563)

1. การเรียนรู้แบบมีการสอน (Supervised Learning) การเรียนรู้โดยมีข้อมูลในการสอน คือ การที่เราทำการมอบข้อมูลส่วนหนึ่งให้กับเครื่องจักร เพื่อที่เครื่องจักรสามารถวิเคราะห์สิ่งต่าง ๆ ได้ เช่น มอบข้อมูลของสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ให้ พร้อมกับระบุว่าสิ่งนั้นสิ่งนี้คืออะไรเครื่องจักรจะทำการเรียนรู้จดจำ เมื่อพบสิ่งใดที่มีลักษณะคล้ายกับสิ่งที่เคยถูกกำหนดไว้ เช่น สัตว์สี่ขาร้องโฮ่ง จะถูกระบุว่าเป็นสุนัข ถ้าเกิดผิด ทางเครื่องจักรก็จะทำการระบุว่าสาเหตุใดจึงผิด และทำการเรียนรู้ต่อไปเรื่อย ๆ

2. การเรียนรู้แบบไม่มีการสอน (Unsupervised Learning) การเรียนรู้แบบไม่อาศัยข้อมูลเพื่อสอน โดยจะให้เครื่องจักรแยกแยะสิ่งต่าง ๆ เอาเอง โดยเครื่องจักรจะทำการจัดหมวดหมู่สิ่งต่าง ๆ ตามที่ได้รับรู้ และสร้างโมเดลออกมาเพื่อแจกแจงตามการกระจุกตัวของข้อมูลนั้นๆ

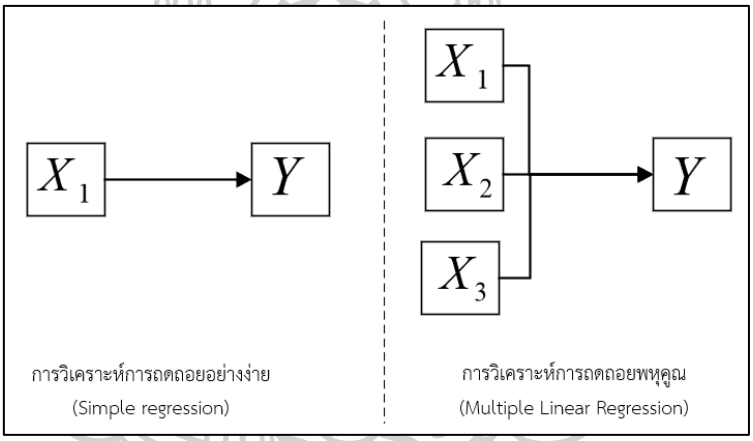
3. การเรียนรู้อาศัยการป้อนกลับผลลัพธ์ (Reinforcement Learning) เป็นระบบการเรียนรู้ที่อาศัยการป้อนกลับ แล้วให้ระบบเรียนรู้แล้วปรับปรุงตัวเอง เช่น ระบบทรงตัวของหุ่นยนต์ เริ่มแรกตัวหุ่นอาจล้มในตอนแรก ๆ ระบบจะทำการป้อนกลับแล้วนำค่าข้อมูลต่าง ๆ ในการทรงตัวมาปรับปรุงตัวเอง จนในที่สุดสามารถทรงตัวได้อย่างเสถียรภาพ

สถิติสำหรับการเรียนรู้ของเครื่อง

ในการหารูปแบบความสัมพันธ์และแนวโน้มของชุดข้อมูล เราจะต้องดำเนินการสร้างแบบจำลองโดยวิธีการทางสถิติ เพื่อนำไปสู่การทำนายผล และนำแบบจำลองไปใช้งาน ตามรูปแบบของ Data Science Pipeline โดยสถิติสำหรับการหาความสัมพันธ์ของชุดข้อมูลการไปใช้ในงานวิจัยมีดังต่อไปนี้

Linear Regression (การวิเคราะห์การถดถอย)

Linear Regression (อรพิน ประวัติบริสุทธิ์, 2564) คือ การวิเคราะห์การถดถอยเป็นโมเดลที่ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร 2 ตัวแปรขึ้นไป ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ Simple Linear Regression และ Multiple Linear Regression แสดงดังภาพที่ 8



ภาพที่ 8: การเปรียบเทียบการวิเคราะห์การถดถอยอย่างง่ายกับการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ

การทำงานของ Simple Linear Regression (การวิเคราะห์ถดถอยเชิงเส้นเดี่ยว)

เป็นโมเดลที่ศึกษาความสัมพันธ์ของตัวแปร 2 ตัวแปร โดยจะหาความสัมพันธ์ของตัวแปร x และตัวแปร y เพื่อนำไปสู่การทำนายค่าของตัวแปร y จากค่าของตัวแปร x เมื่อค่าของตัวแปร x เปลี่ยนแปลงไป สมมุติมีข้อมูลแสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงค่าโฆษณาที่จ่ายเปรียบเทียบกับยอดขาย

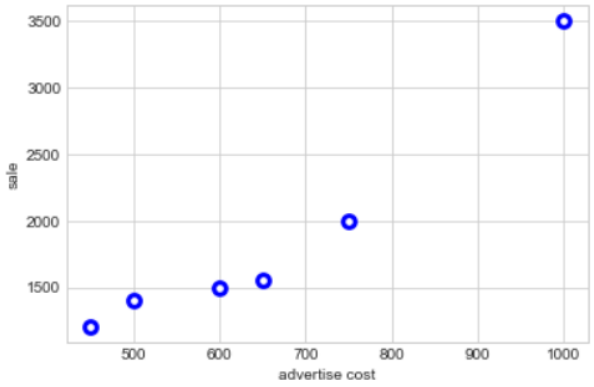
ค่าโฆษณา (บาท)	450	600	750	500	650	1000
ยอดขาย (บาท)	1200	1500	2000	1400	1550	3500

ในที่นี้ feature คือ ค่าโฆษณาที่จ่าย จะเป็นตัวแปรอิสระ (แทนด้วยตัวแปร x) ใช้สำหรับเป็นค่าตั้งต้นในการหาค่าผลลัพธ์เป้าหมาย

ส่วน target คือ ยอดขาย จะเป็นตัวแปรตาม (แทนด้วยตัวแปร y) ที่แปรผันตรงหรือแปรผกผันกับตัวแปรอิสระ ค่านี้จะเป็นค่าเป้าหมายที่ต้องการ

ก่อนอื่นจะต้องตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่าง x กับ y ว่ามีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรง (Linear) หรือไม่ โดยนำค่า x และ y มาพล็อตกราฟแผนภูมิการกระจาย (Scatter Plots) แสดงดังภาพที่ 9

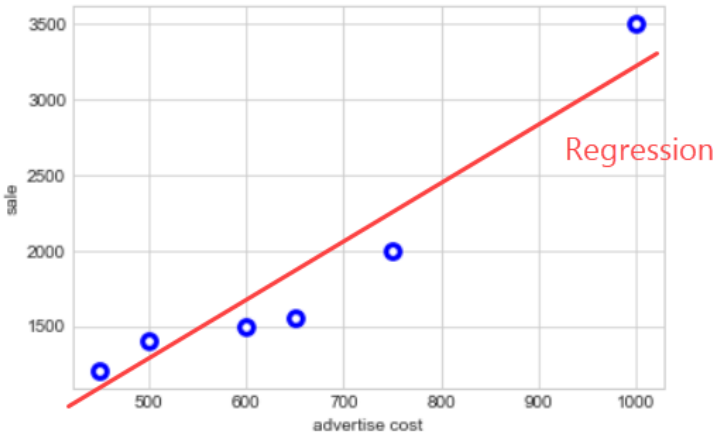
```
from matplotlib import pyplot as plt
x = [450, 600, 750, 500, 650,1000]
y = [1200, 1500, 2000, 1400, 1550, 3500]
plt.style.use("seaborn-whitegrid")
plt.scatter(x,y,s=60,c="white",edgecolor="blue",linewidth=3)
plt.xlabel("advertise cost")
plt.ylabel("sale")
plt.grid(True)
plt.show(close=None, block=None)
```



ภาพที่ 9: แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าโฆษณาที่จ่ายและยอดขาย

เมื่อได้จุดของกลุ่มข้อมูลบนกราฟ scatter plot แล้ว เราจะลองลากเส้นผ่านระหว่างจุดตำแหน่งของข้อมูลต่าง ๆ ซึ่งพบว่าตัวแปร x กับ ตัวแปร y มีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรง โดย x และ y แปรผันตามกัน ตรงนี้สามารถนำอัลกอริทึม Simple Linear Regression มาศึกษาความสัมพันธ์ของตัวแปร 2 ตัว คือค่าโฆษณาที่จ่ายและยอดขายได้ หากทราบว่า ถ้าเราจ่ายค่าโฆษณา 1500 บาท เราจะได้ยอดขายกี่บาท ก็จะสามารถทำนายผลได้

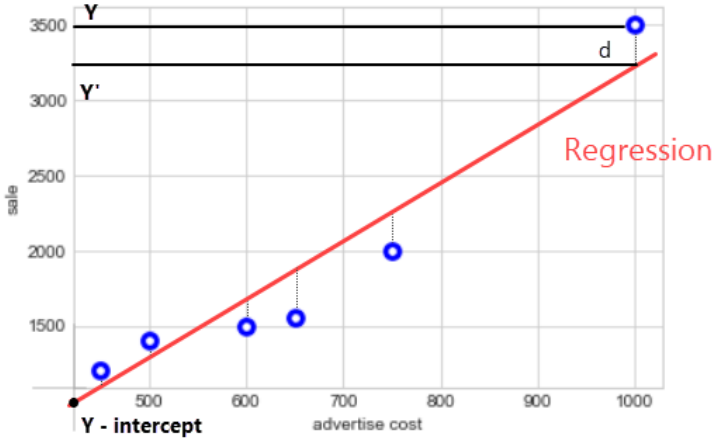
ในการลากเส้นตรง เรียกว่า Regression line ผ่านจุดเหล่านั้น แน่นอนว่าเราคงไม่สามารถลากเส้นให้ผ่านทุกจุดได้ แต่ต้องพยายามให้ระยะห่างระหว่างจุดต่าง ๆ กับเส้น Regression line น้อยที่สุด เพื่อจะได้สา-มารถอธิบายจุดข้อมูลให้ได้ใกล้เคียงความเป็นจริงมากที่สุด แม่นยำที่สุด มีความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด แสดงดังภาพที่ 10



ภาพที่ 10: แสดงเส้นตรง Regression line

ดังนั้น เมื่อลากเส้นตรงแล้วจะต้องตรวจสอบความคลาดเคลื่อนของเส้นนี้ก่อน ยิ่งคำนวณได้ค่าความคลาดเคลื่อนน้อย แสดงว่าเส้นตรงนั้นสามารถทำนายผลได้แม่นยำใกล้เคียงความจริงมาก

วิธีการตรวจสอบความคลาดเคลื่อน คือ จะต้องลากเส้นปะระหว่างค่าจุดข้อมูลทุก ๆ จุดไปยังเส้นตรง โดยเส้นประทุก ๆ เส้น (แทนด้วยตัวแปร d) คือ ผลต่างระหว่างค่าจริงและค่าทำนาย ซึ่งคำนวณได้จากสูตร $d = Y - Y'$ แสดงดังภาพที่ 11



ภาพที่ 11: เส้นตรง Regression line และผลต่างระหว่างค่าจริงและค่าทำนาย (d)

โดยที่ Y คือ ค่าจริงที่อยู่ในชุดข้อมูล เป็นค่าจุดข้อมูลบนกราฟ scatter plots

Y' คือ ค่า y บนเส้นตรง

ดังนั้น ถ้าแทนค่าความคลาดเคลื่อนของเส้นตรงด้วยตัวแปร d แล้ว สูตรหาความคลาดเคลื่อนของเส้นตรงคือ

$$D = {d_1}^2 + {d_2}^2 + \cdots + {d_6}^2$$

แต่ในความเป็นจริงเมื่อพล็อตกราฟ Scatter plot จะยังคงไม่ทราบว่าจุดตัดบนแกน y อยู่ที่จุดใด ความชัน (Slope) ของเสประมาณใด ดังนั้นจึงนำสมการถดถอยมาใช้ดังนี้

$$Y = a + bX$$

โดยที่ a คือ ค่าจุดตัดบนแกน y (y-intercept)

b คือ ค่าความชันของเส้นตรงที่ประมาณขึ้น ถ้าเป็นค่าบวก แปลว่า ตัวแปรตามแปรผันตรงกับตัวแปรอิสระ แต่ถ้าเป็นลบ แปลว่า ตัวแปรตามแปรผกผันกับตัวแปรอิสระ ซึ่งค่า b สามาระคำนวณได้จากสูตรดังนี้

$$b = \frac{n(\sum XY) - (\sum X)(\sum Y)}{n\sum X^2 - (\sum X)^2}$$

หากต้องเขียนโปรแกรมคำนวณหาค่าตัวแปร a และ b แล้วทำการกำหนดสูตรคำนวณสมการ $Y = a + bX$ ซึ่งยุ่งยากพอสมควร วิธีการเขียนโปรแกรมที่ง่ายกว่านั้น คือ การเรียกใช้งาน Linear regression machine learning algorithm ของไลบรารี Scikit-learn ซึ่งมีขั้นตอนแสดงดังภาพที่ 12 ดังนี้

1. Import โมดูล LinearRegression จากไลบรารี Scikit-learn

```
from sklearn.linear_model import LinearRegression
```

2. กำหนดค่าตัวแปร x และ y โดย Scikit-learn ซึ่งตัวแปร x จะกำหนดเป็น List หรือ Array ก็ได้ แต่ต้องกำหนดเป็น 2D เสมอ

```
x = [450], [600], [750], [500], [650],[1000] #advertise
y = [1200, 1500, 2000, 1400, 1550, 3500] #sale
```

3. เริ่มสร้างโมเดล โดยการสร้างอินสแตนซ์ของคลาส LinearRegression ขึ้น จากนั้นป้อนข้อมูลของตัวแปร x,y ให้กับฟังก์ชัน fit() เพื่อให้คอมพิวเตอร์เรียนรู้ข้อมูลแล้วสร้างเป็นโมเดลการเรียนรู้ขึ้นมา

```
model = LinearRegression()
model.fit(x,y)
```

```
LinearRegression()
```

4. ทำการให้คอมพิวเตอร์สร้างผลลัพธ์ โดยในที่นี้ต้องการทราบว่าถ้าจ่ายค่าโฆษณา 1500 บาท จะได้ยอดขายกี่บาท โดยทำการเรียกฟังก์ชัน predict() เพื่อทำนายผลลัพธ์ โดยระบุค่า 1500 ให้กับฟังก์ชัน ดังนี้

```
predict_sale = model.predict([[1500]])
```

5. ผลลัพธ์ที่ได้จะออกมาในรูปแบบ โดย index ของ Array เริ่มต้นที่ 0 เสมอ ดังนั้นถ้าต้องการแสดงค่าผลลัพธ์จะต้องกำหนดโค้ดดังนี้

```
p = predict_sale[0]
display(p)
```

```
5305.07399577167
```

ภาพที่ 12: แสดงการเรียกใช้งาน Linear regression ของไลบรารี Scikit-learn แสดงการทำนาย

จากภาพที่ 12 เราจะสามารถทำนายได้ว่า ถ้าจ่ายค่าโฆษณาเป็นจำนวนเงิน 1500 บาท จะได้ยอดขาย 5305.07399577167 บาท

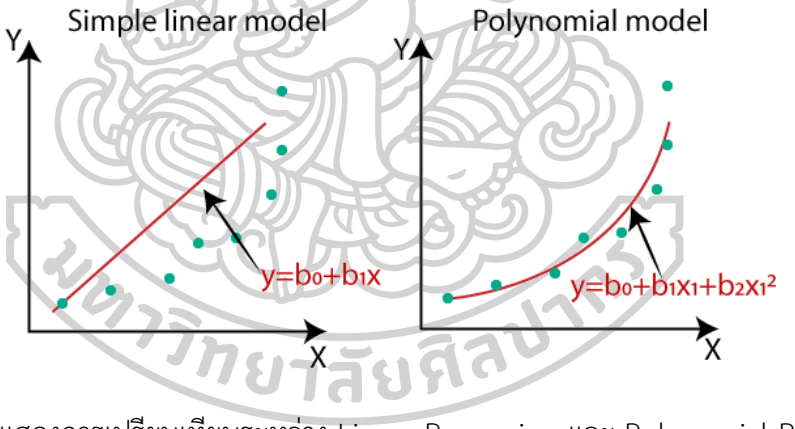
การทำงานของ Multiple Linear Regression (การวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ)

โมเดลนี้จะมีหลักการทำงานเหมือนกับ Simple Linear Regression แต่ต่างกันตรงที่จะเป็นโมเดลสำหรับศึกษาความสัมพันธ์ของตัวแปรตั้งแต่ 2 ตัวขึ้นไป โดยตัวแปรอิสระจะมีมากกว่า 1 ตัว แทนด้วย $x_1, x_2, x_3, \ldots x_n$ ส่วนตัวแปรตามจะมี 1 ตัวเท่านั้นแทนด้วย y โดยความสัมพันธ์อธิบายได้ด้วยสมการถดถอยดังนี้

$$Y = a + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3 \ldots + b_nX_n$$

Polynomial regression (การวิเคราะห์การถดถอยโพลิโนเมียล)

โดยทั่วไปความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรไม่ได้เป็นเส้นตรงเสมอไป ข้อมูลในบางงานวิจัยอาจมีความสัมพันธ์เป็นเส้นโค้งได้ หากสร้างโมเดลสมการเส้นตรง ผลการทำนายก็จะคลาดเคลื่อนไปมาก ดังนั้นจึงมีเทคนิค Polynomial regression (กอบเกียรติ สระอุบล, 2563) สร้างสมการเส้นโค้งให้ใกล้เคียงกับแนวข้อมูล ซึ่งได้ผลการทำนายที่คลาดเคลื่อนน้อยกว่าและแม่นยำกว่า แสดงดังภาพที่ 13



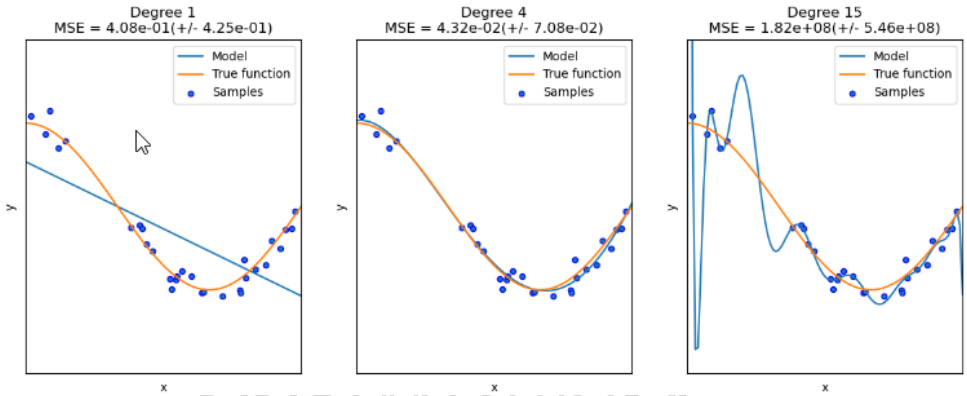
ภาพที่ 13: แสดงการเปรียบเทียบระหว่าง Linear Regression และ Polynomial Regression
ที่มา : (point)

หลักการ คือ สมการค่า x จะมีค่ายกกำลังมากกว่า 1 เพื่อให้เส้นสมการสามารถโค้งได้ สมการมีดังนี้

$$y = m_1x + m_2x^2 + \cdots + m_nx^n + b$$

การยกกำลังจะมีค่ามากกว่า 2 ก็ได้ เช่น ยกกำลัง 3 4 5 ... ซึ่งขึ้นอยู่กับว่าต้องการให้โค้งกี่ครั้ง ค่าสูงสุดในการยกกำลัง เรียกว่า Degree ยิ่งยกกำลังมาก เส้นก็จะสามารถมีจำนวนโค้งได้มากขึ้น แต่หาก Degree มากเกินไปใช่ว่าจะดีเสมอไป อาจเกิดปัญหา Overfitting ได้

Overfitting คือ การที่โมเดล หรือเส้นสมการโมเดลของ Regression มีความถูกต้องเหมาะสมกับข้อมูลที่ใช้ในเรียนรู้มากเกินไป เกิดกับข้อมูลบางกลุ่ม บางรูปแบบ และจากการกำหนดค่า Degree มากเกินไป ทำให้ระบบพยายามปรับโค้งให้ผ่านทุกจุดของข้อมูล แสดงดังภาพที่ 14



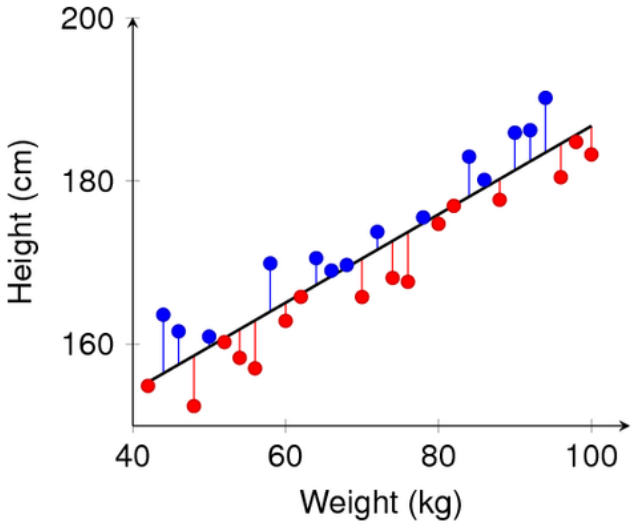
ภาพที่ 14: เส้นโมเดลที่ Degree ต่าง ๆ กัน

ที่มา : https://scikit-learn.org/stable/

การประเมินความแม่นยำโมเดล (กอบเกียรติ สระอุบล, 2563)

การประเมินความคลาดเคลื่อน ความแม่นยำโมเดล (Model Evaluation) เป็นเรื่องที่มีความสำคัญกับการเรียนรู้ของเครื่องมาก เนื่องจากจะเป็นตัวบอกได้ว่า โมเดล ที่ได้มีความแม่นยำมากน้อยเพียงไร เหมาะที่จะนำไปใช้งานหรือไม่

หลักการโดยรวมในการวัดหรือประเมินประสิทธิภาพความแม่นยำ โมเดล คือหาระยะคลาดเคลื่อนระหว่าง จุดข้อมูลจริง (จุดกลมสีแดง) เทียบกับจุดบนสมการเส้นตรงที่ได้จากโมเดลทำนาย (จุดกลมสีน้ำเงิน) ซึ่งก็คือระยะเส้นประในรูปภาพที่ 16 ถ้าจุดทุกจุดของข้อมูลจริง เมื่อพล็อตแล้วอยู่บนเส้นสมการ ก็แสดงว่า โมเดล มีความแม่นยำสูงมาก ในทางกลับกัน หากระยะห่างระหว่างจุดข้อมูลจริงที่พล็อต ห่างจากเส้นสมการมาก แสดงว่าโมเดลมีความแม่นยำน้อย หรือมีค่าคลาดเคลื่อนสูง แสดงดังภาพที่ 15



ภาพที่ 15: ระยะคลาดเคลื่อนที่ใช้ในการประเมินความแม่นยำโมเดล

ที่มา : https://pgfplots.net /regression-residuals/

การประเมินหรือการวัดสำหรับ Regression

1. Mean Absolute Error (MAE)

สูตรการคำนวณ มีดังนี้

$$\text{MAE} = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}|y_i - \hat{y}_i|$$

หลักการคือหาผลรวมระยะคลาดเคลื่อน $|y_i - \hat{y}_i|$ ทั้งหมด โดยคือค่า Absolute แล้วหารด้วยจำนวนข้อมูลทั้งหมด (N) หรือคือค่าเฉลี่ยของระยะคลาดเคลื่อนทั้งหมด โดยที่ MAE ค่ายิ่งน้อยแสดงว่าคลาดเคลื่อนน้อย (แม่นยำสูง)

2. Mean Square Error (MSE)

สูตรการคำนวณ มีดังนี้

$$\text{MSE} = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}(y_i - \hat{y}_i)^2$$

หลักการคล้าย MAE แต่ใช้วิธียกกำลังสอง เครื่องหมายติดลบจะหายไป โดยที่ MSE ค่ายิ่งน้อยแสดงว่าคลาดเคลื่อนน้อย (แม่นยำสูง)

3. Root Mean Square Error (RMSE)

สูตรการคำนวณ มีดังนี้

$$\mathrm{RMSE} = \sqrt{\frac{1}{N}\sum(y_i - \hat{y}_i)^2}$$

หลักการคือนำ MSE มา Square root โดยที่ RMSE ค่ายิ่งน้อยแสดงว่าคลาดเคลื่อนน้อย (แม่นยำสูง)

4. Coefficient of Determination (R^2)

สัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (Coefficient of Determination) หรือ R Square หรือ R^2 มีสูตรคำนวณดังนี้ (ถนอมเสียง, 2559)

$$\mathrm{R}^2 = \frac{\sum_{i=1}^{N}(\hat{y}_i - \bar{y})^2}{\sum_{i=1}^{N}(y_i - \bar{y})^2}$$

โดยในที่นี้จะใช้ Scikit-learn สำหรับคำนวณหาค่าซึ่งสะดวกรวดเร็วโดย R Square มีค่าระหว่าง 0 – 1 ถ้ามีค่าเท่ากับ 1 ซึ่งแสดงว่า โมเดลมีความแม่นยำสูงที่สุด ถ้าหากมีค่าเท่ากับ 0 แสดงว่า โมเดลมีความผิดพลาด

5. Correlation Coefficient (r)

สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient) หรือ r สูตรการคำนวณมีดังนี้

$$\mathrm{r} = \frac{\sum(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum(x_i - \bar{x})^2 \sum(y_i - \bar{y})^2}}$$

ใช้สำหรับศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร 2 ตัวแปร ว่ามีความสัมพันธ์กันมากน้อยเพียงใด และมีทิศทางความสัมพันธ์กันอย่างไร ซึ่งค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์จะมีค่าอยู่ระหว่าง -1.0 ถึง + 1.0 ซึ่งหากมีค่าใกล้ -1.0 หมายความว่า ตัวแปรทั้งสองตัวมีความสัมพันธ์กันอย่างมาก ในเชิงตรงกันข้ามหากมีค่าใกล้ +1.0 หมายความว่า ตัวแปรทั้งสองมีความสัมพันธ์กันโดยตรงอย่างมาก และหากมีค่าเป็น 0 หมายความว่า ตัวแปรทั้งสองตัวไม่มีความสัมพันธ์ต่อกัน (Coraline Co.)

แนวคิดของ Logistic Regression (การวิเคราะห์การถดถอยโลจิสติก)

(อรพิน ประวัติบริสุทธิ์, 2564) กล่าวว่า Logistic Regression เป็นอัลกอริทึมหนึ่งของการเรียนรู้ด้วยเครื่องที่จัดอยู่ในประเภท Supervised Learning เราสามารถแบ่งการวิเคราะห์ Logistic Regression ออกได้เป็น 2 ประเภท คือ

1. Binary Logistic Regression คือ การวิเคราะห์โลจิสติกแบบทวิ ซึ่งตัวแปรตามจะมี 2 ค่า คือ เกิดเหตุการณ์ (แทนด้วยค่า y = 1) หรือ ไม่เกิดเหตุการณ์ (แทนด้วยค่า y = 0)

2. Multinomial Logistic Regression คือ การวิเคราะห์โลจิสติกแบบพหุกลุ่ม ซึ่งตัวแปรตามจะ มีมากกว่า 2 ค่า เช่น แย่ (แทนด้วยค่า y = 3) ปานกลาง (แทนด้วยค่า y - 2) ดี (แทนด้วยค่า y = 1)

การวิเคราะห์โลจิสติกมีเป้าหมาย ก็คือ เพื่อทำนายโอกาสความน่าจะเป็น ที่จะเกิดเหตุการณ์ที่สนใจ โดยใช้ตัวแปรอิสระ (ตัวแปร X) 1 ตัวหรือมากกว่า 1 ตัว เพื่อนำมาวิเคราะห์นี้ โดยชนิดข้อมูลของตัวแปรอิสระแบ่งได้เป็น 4 ประเภท คือ

Dichotomous คือ ตัวแปรอิสระที่มีได้ 2 ค่า เช่น เพศ (ชาย-หญิง), ผลการสอบ (ผ่าน- ไม่ผ่าน) เป็นต้น

Interval scale คือ ตัวแปรอิสระที่ข้อมูลมีช่วงวัดที่ห่างเท่ากัน เช่น เกรด (A-B-C-D-F) เป็นต้น

Ratio scale คือ ตัวแปรอิสระที่มีค่าในเชิงตัวเลขที่แท้จริง ไม่ได้สมมติขึ้น เช่น น้ำหนัก ส่วนสูง ระยะทาง ความเร่ง ความเร็ว เป็นต้น

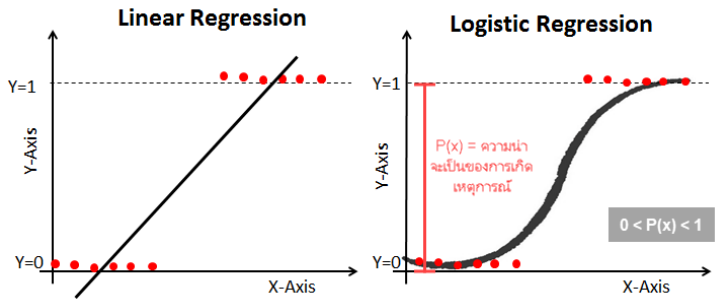
Polytomous คือ ตัวแปรอิสระที่มีค่าแตกต่างกันมากกว่า 2 ค่า เช่น ศาสนา (พุทธ-คริสต์- ฮินดู) เชื้อชาติ (ไทย-จีน-อิสลาม) เป็นต้น

ความแตกต่างระหว่าง Linear Regression กับ Logistic Regression

Linear Regression จะให้ผลลัพธ์ออกมาเป็นค่าต่อเนื่องกัน (continuous) เช่น ราคาบ้าน ราคาหุ้นแต่ Logistic Regression จะให้ผลลัพธ์ออกมาเป็นค่าที่ไม่ต่อเนื่องกัน (discrete) เช่น เพศชาย หรือเพศหญิง ผู้ป่วยเป็นโรคหัวใจหรือไม่

โดยค่าผลลัพธ์ของ Linear Regression จะเป็นค่าที่ต่ำกว่า 0 หรือมากกว่า 1 ก็ได้ แต่สำหรับ Logistic Regression แล้วตัวแปรตามจะมีได้ 2 ค่า คือ 0 (ไม่เกิดเหตุการณ์) กับ 1 (เกิดเหตุการณ์) เท่านั้น ความสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระ x และตัวแปรตาม y จะเป็นรูป

คล้ายตัว s แสดงความแตกต่างระหว่าง Linear Regression กับ Logistic Regression ได้ดังภาพที่ 16



ภาพที่ 16: ความแตกต่างระหว่าง Linear Regression กับ Logistic Regression

ที่มา : https://www.toolmakers.co/machine-learning

สมการของ Binary Logistic Regression คือ $log\left(\frac{p(X)}{1-p(X)}\right) = \beta_0 + \beta_1 X$

จะเรียก $log\left(\frac{p(X)}{1-p(X)}\right)$ ว่า Logit หรือฟังก์ชั่น log-odds และจะเรียก $\frac{p(X)}{1-p(X)}$ ว่า odds ซึ่งเป็นอัตราส่วนความน่าจะเป็นที่เหตุการณ์จะเกิดขึ้นได้สำเร็จเป็นกี่เท่าของความน่าจะเป็นที่เหตุการณ์จะเกิดขึ้นไม่สำเร็จ

จากสมการ ค่า β_1 หมายถึง การเปลี่ยนแปลงของเส้นโค้งเมื่อค่า X เพิ่มขึ้น

ถ้า $\beta_1 > 0$ แล้ว เมื่อค่า X เพิ่มขึ้น จะทำให้ความน่าจะเป็นเพิ่มขึ้น

ถ้า $\beta_1 < 0$ แล้ว เมื่อค่า X เพิ่มขึ้น จะทำให้ความน่าจะเป็นน้อยลง

ถ้ากลับค่าสมการ Binary Logistic Regression จะได้สมการที่มีชื่อว่า Sigmoid function ออกมา สมการนี้ คือ ความน่าจะเป็นที่จะเกิดเหตุการณ์ที่สนใจ ซึ่งก็คือค่า $p(X)$ ดังนี้

$$p(X) = \frac{e^{\beta_0+\beta_1 X}}{1 + e^{\beta_0+\beta_1 X}}$$

ค่า $p(X)$ จะมีค่ามากกว่า 0 แต่น้อยกว่า 1 เสมอ ยิ่งค่า $p(X)$ เข้าใกล้ 1 มาก แปลว่าความน่าจะเป็นที่จะเกิดเหตุการณ์นั้นสูง แต่ถ้าค่า $p(X)$ เข้าใกล้ 0 มาก แปลว่า ความน่าจะเป็นที่จะเกิดเหตุการณ์นั้นต่ำ

ทั้งนี้หากจะวิเคราะห์ Logistic Regression แบบ Multinomial Logistic Regression ให้ใช้สมการดังนี้

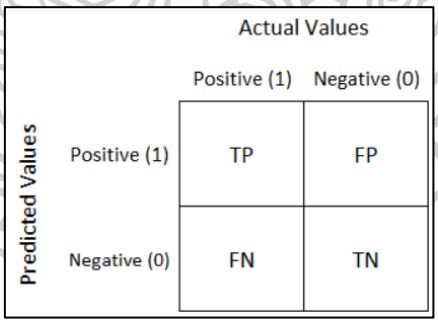
$$P(X) = \frac{e^{\beta_0+\beta_1 x_1+\beta_2 x_2+\ldots+\beta_k x_k}}{1 + e^{\beta_0+\beta_1 x_1+\beta_2 x_2+\ldots+\beta_k x_k}}$$

สูตรสมการที่กล่าวมานั่นเป็นหลักการเบื้องต้นของ Logistic Regression ที่ควรทราบ ซึ่งไลบรารี Scikit-learn ได้นำทฤษฎีดังกล่าวมาจัดเป็นอัลกอริทึม Logistic Regression ให้เรียกใช้งาน เพื่อให้เขียนโปรแกรมได้สะดวกและง่ายขึ้น ซึ่งนอกจากอัลกอริทึมนี้จะสามารถทำนายค่าข้อมูลได้แล้วยังสามารถตรวจสอบ Accuracy (ค่าความถูกต้อง) ของการทำงานของอัลกอริทึมได้อีกด้วย

การวัดประสิทธิภาพโมเดลจาก Confusion Matrix

การนำโมเดลไปใช้งานจริงได้นั้น จำเป็นต้องมีการวัดประสิทธิภาพโมเดลก่อนว่าโมเดลนั้นมีประสิทธิภาพเพียงพอที่จะนำมาพัฒนา หรือนำไปใช้งานด้านต่าง ๆ ซึ่งการวัดประสิทธิภาพนั้นส่วนใหญ่จะวัดค่าจากใน Table ข้อมูลที่มี Confusion Matrix

Confusion Matrix คือตารางสำคัญในการวัดความสามารถของการเรียนรู้ด้วยเครื่อง ในการแก้ปัญหา classification แสดงตัวอย่างตาราง Confusion Matrix ดังภาพที่ 17



ภาพที่ 17: ตัวอย่างตาราง Confusion Matrix ขนาด 2x2

โดยที่ True Positive (TP) คือ สิ่งที่โปรแกรมทำนายว่า “จริง” และ มีค่าเป็น “จริง”

True Negative (TN) คือ สิ่งที่โปรแกรมทำนายว่า “ไม่จริง” และ มีค่า “ไม่จริง”

False Positive (FP) คือ สิ่งที่โปรแกรมทำนายว่า “จริง” แต่ มีค่าเป็น “ไม่จริง”

False Negative (FN) คือ สิ่งที่โปรแกรมทำนายว่า “ไม่จริง” แต่ มีค่าเป็น “จริง”

โดยทั่วไปแล้วจะมีตัววัดที่นิยมใช้กันในงานวิจัยและการทำงานต่าง ๆ อยู่ 3 ค่า และสมการแสดงดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 แสดงตัวชี้วัดประสิทธิภาพโมเดล

ตัววัด	อธิบายการวัด	สมการ
Precision	การวัดความแม่นยำของข้อมูล โดยพิจารณาแยกทีละคลาส	$\frac{TP}{TP+FP}$
Recall	เป็นการวัดค่าเรียกคืนของ โมเดล โดยพิจารณาแยกทีละคลาส	$\frac{TP}{TP+FN}$
Accuracy	เป็นการวัดความถูกต้องของ โมเดล โดยพิจารณารวมทุกคลาส	$\frac{TP+TN}{TP+TN+FP+FN}$

อีกหนึ่งวิธีที่นำมาใช้คือ F1-Score โดยที่ F1-Score คือค่าเฉลี่ยแบบ harmonic mean ระหว่าง precision และ recall สร้าง F1 ขึ้นมาเพื่อเป็น single metric ที่วัดความสามารถของโมเดล (ไม่ต้องเลือกระหว่าง precision, recall เพราะเฉลี่ยให้แล้ว)

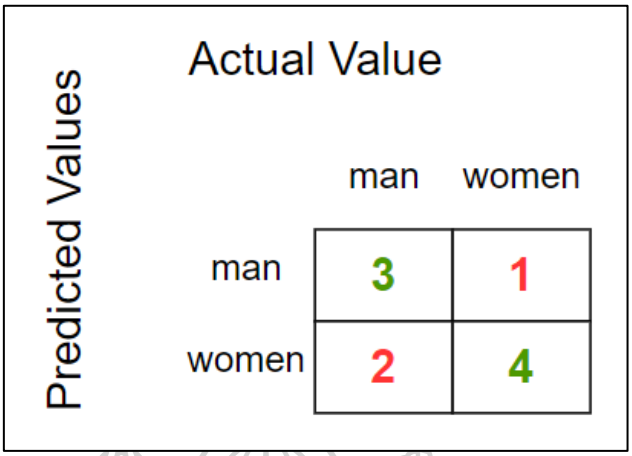
$$F1 = 2 * \left(\frac{precision * recall}{precisio + recall}\right)$$

ยกตัวอย่าง การทำ Confusion Matrix ของชุดข้อมูลการทำนายเพศชาย และเพศหญิง แสดงดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ตัวอย่างชุดข้อมูลการทำนายเพศชายและหญิง

Expected	Predicted
man	woman
man	man
woman	woman
man	man
woman	man
woman	woman
woman	woman
man	man
man	woman
woman	woman

และแสดงผลแบบ Confusion Matrix แสดงดังภาพที่ 18



ภาพที่ 18: แสดงผลแบบ Confusion Matrix

ค่าต่าง ๆ ที่ได้จาก Confusion Matrix แสดงดังภาพที่ 19

	precision	recall	f1-score	support
non-spam	0.67	0.80	0.73	5
spam	0.75	0.60	0.67	5
accuracy			0.70	10
macro avg	0.71	0.70	0.70	10
weighted avg	0.71	0.70	0.70	10

ภาพที่ 19: ผลลัพธ์ค่าที่ได้จาก Confusion Matrix

โดยแต่ละค่า Precision, Recall, F1-score มักจะนำไปใช้ต่างกัน ตามความเหมาะสม เช่น Precision ใช้ในกรณีที่หากทำนายผิดว่าเป็น เช่น อีเมลสำคัญหทำนายว่าเป็นสแปมอีเมล Recall ใช้ในกรณีที่ทำนายผิดว่าไม่เป็น เช่น ติดเชื้อ HIV ทำนายว่า ไม่ติดเชื้อ F1-score (ค่าประสิทธิภาพโดยรวม) นำสองค่า (Precision และ Recall) มาพิจารณาร่วมกันเพื่อความแม่นยำ และ ความครบถ้วน เช่น ใช้วิเคราะห์หุ้น (chengz, 2019)

2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้มีการศึกษาวิจัยและแหล่งข้อมูลที่มีความสัมพันธ์และเกี่ยวข้องกับวิจัย เพื่อเป็นแนวทางและอ้างอิงให้กับงานวิจัยดังนี้

(สุภาภรณ์ ณ ลำพูน, 2553) ได้ทำการศึกษาการประมาณความสูงจากขนาดของเท้าและรอยพิมพ์ฝ่าเท้า การศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของรองเท้าและรอยพิมพ์ฝ่าเท้ากับความสูงของร่างกาย โดยทำการเก็บตัวอย่างขนาดของเท้าและรอยพิมพ์ฝ่าเท้าทั้งสองข้างจากกลุ่มตัวอย่างจำนวน 300 คน ที่มีอายุตั้งแต่ 20-25 ปี ผลการศึกษา พบว่าค่าการวัดตัวแปรทั้งหมด ระหว่างเพศชายและเพศหญิงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) ในเพศชายค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ระหว่างความสูงกับขนาดเท้าซ้ายมีค่าสูงสุด ($r = 0.782$) ในเพศหญิงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ระหว่างความสูงกับขนาดเท้าขวามีค่าสูงสุด ($r = 0.748$) นอกจากนี้ยังพบว่าตัวแบบสมการถดถอยเชิงเส้น และตัวแบบสมการถดถอยเชิงเส้นแบบพหุที่ดีที่สุดในการประมาณความสูงเพศชาย คือ การใช้ขนาดของเท้าซ้าย แต่ในเพศหญิงคือ การใช้ขนาดของเท้าขวา

(วรารัตน์ ก่อเกิด, 2554) ได้ทำการศึกษาการคาดคะเนความสูงและเพศของบุคคลจากรอยพิมพ์ฝ่าเท้าในกลุ่มประชากรไทย กรณีศึกษาจังหวัดอุตรดิตถ์และจังหวัดแพร่ โดยทำการวัดและเปรียบเทียบความยาวสูงสุดและความกว้างสูงสุดของรอยพิมพ์ฝ่าเท้าในท่ายืน จากกลุ่มตัวอย่างเชื้อชาติไทย ที่มีอายุระหว่าง 18-55 ปี จำนวน 200 คน ผลการวิจัยพบว่าค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ การคาดคะเนความสูงในกลุ่มตัวอย่างเพศชาย จากความสัมพันธ์ของความยาวฝ่าเท้าซ้าย (R^2 = 0.555) ความยาวฝ่าเท้าขวา (R^2 = 0.544) ในกลุ่มตัวอย่างเพศหญิง จากความสัมพันธ์ของความยาวฝ่าเท้าซ้าย (R^2 = 0.516) ความยาวฝ่าเท้าขวา (R^2 = 0.460) ในกลุ่มตัวอย่างกรณีไม่ทราบเพศ จากความสัมพันธ์ของความยาวฝ่าเท้าซ้าย (R^2 = 0.728) ความยาวฝ่าเท้าขวา (R^2 = 0.731) และในส่วนของการคาดคะเนเพศจากความสัมพันธ์ของ ความยาว และความกว้างฝ่าเท้าซ้าย สามารถวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์รวมของการทำนายที่ถูกต้องได้ถึง 81.5% และในส่วนของความยาว และความกว้างฝ่าเท้าขวา สามารถวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์รวมของการทำนายที่ถูกต้องได้ถึง 82.5% การศึกษาครั้งนี้พบว่าความยาวและความกว้างฝ่าเท้ามีความสัมพันธ์กับความสูงและเพศอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สามารถนำมาสร้างเป็นสมการคาดคะเนความสูงและเพศของประชากรไทยได้

(ดวงภรณ์ แดงจีน, 2012) ทำการศึกษาการประมาณความสูงของบุคคลจากความยาวของการก้าวเดิน โดยการหาความสัมพันธ์ของระยะการก้าวเดินกับความสูงของบุคคล ทำการทดลองโดยการการเก็บตัวอย่างรอยพื้นรองเท้าซึ่งได้จากการก้าวเดินในท่าเดินปกติเป็นระยะทาง 1.00 เมตรแล้วทำการวัดระยะห่างของการก้าวเพื่อหาความสัมพันธ์ร่วมกับส่วนสูง โดยใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นอาสาสมัครเพศชายจำนวน 100 คน ผลการวิจัยมีค่าความแม่นยำระหว่างความสัมพันธ์ระยะก้าวเดิน

และความสูง (R^2 = 0.437) เมื่อนำผลที่ได้มาทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนโดยใช้สถิติ F-test เท่ากับ 32.763 พบว่าความสูงมีความสัมพันธ์เชิงเส้นกับระยะก้าวด้วยความเชื่อมั่น 95%

(G N, Swathi, & Sunita Arvind Athavale, 2015) ทำการศึกษาการประมาณความสูงจากขนาดมือและเท้า ของประชากรจำนวน 200 คน อายุระหว่าง 20 – 30 ปี ของชนเผ่า Kasargod เมือง Kerala ประเทศอินเดีย โดยทำการเก็บข้อมูลตัวอย่างจากร่างกาย ได้แก่ ความยาวของมือ ความกว้างของมือ ความยาวของเท้า และความกว้างของเท้า วัดทั้งด้านซ้ายและขวาของแต่ละคน และใช้การวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นและพหุคูณสำหรับการคาดคะเนความสูงได้ ผลการศึกษาพบว่าการทดสอบ t-test ความสัมพันธ์ระหว่างความสูงและพารามิเตอร์ต่างๆ ที่ศึกษาในเพศชายและเพศหญิง พบว่ามีค่าเป็นบวกและมีนัยสำคัญทางสถิติสูง ($p < 0.001$) ผลการศึกษาพบว่า ขนาดมือและเท้าสามารถใช้คาดคะเนหาความสูงได้

(Won, Yong, & Myung, 2018) ได้ทำการศึกษาการประมาณความสูงจากขนาดมือและเท้าของประชากรเกาหลี การศึกษานี้อ้างอิงจากชายและหญิงชาวเกาหลีใต้จำนวน 5,195 คน อายุระหว่าง 20-69 ปี เก็บข้อมูลตัวอย่างของร่างกายจากความสูง ความยาวมือ ความกว้างของมือ ความยาวเท้า และความกว้างของเท้า จากนั้นทำการทดสอบ t-test เพื่อตรวจสอบความแตกต่างที่เกิดจากเพศที่มีนัยสำคัญ และผลการศึกษาพบว่ามีความสัมพันธ์เชิงบวกและมีนัยสำคัญทางสถิติกับความสูงในทั้งสองเพศ ($p<0.01$) สำหรับทั้งสองเพศ จากการวิเคราะห์การถดถอยผลปรากฏว่า เพศชายมีความแม่นยำในการทำนายสูงสุดในสมการถดถอย ประกอบด้วย ความยาวเท้าและความยาวมือ (R^2 = 0.532) ในขณะที่เพศหญิงมีความแม่นยำสูงสุดในแบบจำลองการถดถอยประกอบด้วยความยาวเท้าและความกว้างของมือ (R^2 = 0.437) ผลการศึกษานี้ระบุว่าขนาดมือและเท้าสามารถใช้ทำนายความสูงของชาวเกาหลีใต้ได้

(Jiang Kuan, 2018) ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสูงและรอยเท้า ของประชากรนักเรียนเพศชาย อายุระหว่าง 17 – 22 ปี จำนวน 174 คน ที่ Chinese college ใช้วิธีการวิเคราะห์ทางสถิติโดยการวิเคราะห์การถดถอย ผลวิจัยพบว่าค่า Pearson coefficient ที่ Mean footprint กับ Left footprint และ Right footprint มีค่าสูงที่สุด (0.977) จากการศึกษาสมการถดถอยสามารถสะท้อนความสัมพันธ์ระหว่างรอยเท้าและความสูงของเด็กชายในวิทยาลัยได้ดียิ่งขึ้น บทความนี้ให้ความช่วยเหลือในการวิเคราะห์รอยเท้าของนักเรียนในโรงเรียน และยังให้ข้อมูลสำหรับการวิจัยทฤษฎีรอยเท้า

(ศิริจันทนีย์ ตรีแก้ว, 2561) ได้ทำการศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างความสูงและเพศ ของบุคคลจากขนาดของรองเท้า มีวัตถุประสงค์เพื่อประมาณความสูงและเพศของบุคคลจากการวัดขนาดรองเท้ามี 2 ตัวแปรคือ ความยาวรองเท้า และความกว้างรองเท้า ในกลุ่มประชากรชาวไทย ที่มีอายุระหว่าง 10 – 60 ปี จำนวน 200 คน จากการศึกษาพบว่า ในกลุ่มตัวอย่างเพศชาย ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของความยาว (r = 0.939) และความกว้าง (r = 0.925) ของรองเท้ากับระดับความสูง พบว่ามีความสัมพันธ์กันดีในทำนองเดียวกันในกลุ่มตัวอย่าง ในส่วนเพศหญิงพบความสัมพันธ์ที่ดี โดยที่มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของความยาว (r = 0.916) และความกว้าง (r = 0.902) ของรองเท้ากับระดับความสูงเช่นกัน สามารถใช้ทำนายความสูงจากความกว้างและความยาวของรองเท้าได้ การศึกษาพบว่าความกว้างและความยาวของรองเท้า สามารถใช้ทำนายความสูงของเจ้าของได้ดีในระดับที่มีความน่าเชื่อถือและสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในงานด้านนิติวิทยาศาสตร์ได้

(อรทัย เขียวพุ่ม, 2563) ได้ทำการศึกษาการประมาณความสูงและเพศของบุคคลจากระยะก้าวเดินและขนาดรองเท้า วัตถุประสงค์ของการศึกษานี้เพื่อพัฒนาสมการสำหรับใช้ในการคาดคะเนความสูงและเพศของบุคคล จากการทดลองเก็บตัวอย่างรองเท้า (ความกว้างและความยาว) จำนวน 400 ตัวอย่าง มีอายุอยู่ในช่วง 18-60 ปี การวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างความสูงของบุคคลกับระยะก้าวเดิน ถูกสร้างขึ้นโดยใช้การวิเคราะห์ Logistic Regression และ Multiple Linear Regression ตามลำดับ การทดลองพบว่าค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2) การคาดคะเนความสูงในกลุ่มตัวอย่างเพศชาย จากความสัมพันธ์ของระยะก้าวเดิน (R^2 = 0.8148) ความยาวรองเท้า (R^2 = 0.9045) ความกว้างรองเท้า (R^2 = 0.8998) ขนาดรองเท้า (R^2 = 0.7315) ในกลุ่มตัวอย่างเพศหญิงจากความสัมพันธ์ของระยะก้าวเดิน (R^2 = 0.9104) ความยาวรองเท้า (R^2 = 0.9150) ความกว้างรองเท้า (R^2 = 0.7296) ขนาดรองเท้า (R^2 = 0.4526) ในกลุ่มตัวอย่างกรณีไม่ทราบเพศ จากความสัมพันธ์ของขนาดรองเท้า (R^2 = 0.932) และส่วนของการคาดคะเนเพศ จากความสัมพันธ์ของความกว้าง ความยาว และขนาดรองเท้าสามารถวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์รวมของการทำนายที่ถูกต้องได้ถึง 92% จากการศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าขนาดของรองเท้าและระยะก้าวเดินสามารถไปใช้ประมาณความสูงและเพศของเจ้าของรองเท้าได้

จากการทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้องจะเห็นได้ว่าขนาดรองเท้า ขนาดเท้าและรอยฝ่าเท้านั้น มีความสัมพันธ์กับความสูงและเพศของบุคคล อีกทั้งยังสามารถคาดคะเนความสูงได้โดยการวัดขนาดจากรองเท้า เท้าและรอยฝ่าเท้า ดังนั้นการศึกษานี้จึงสนใจทำการหาความสัมพันธ์และคาดคะเนความสูงและเพศของบุคคลจากขนาดรองเท้า เท้าและรอยพิมพ์ฝ่าเท้า แล้วนำมาประยุกต์ใช้กับเว็บแอป

พลิเคชันสำหรับคาดคะเนในการคำนวณประเมินหาความสูงและเป็นประโยชน์ในการประยุกต์ใช้ในการบวนการสืบสวนสอบสวนเชิงนิติวิทยาศาสตร์ในประเทศไทยต่อไป สามารถสรุปงานวิจัยที่เกี่ยวข้องได้ แสดงดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 สรุปงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ชื่อผู้จัดทำงานวิจัย	จำนวนกลุ่มตัวอย่าง	สถิติที่ใช้	การวัดประสิทธิภาพตัวแบบ	
			ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2)	สมการ
สุภาภรณ์ ณ ลำพูน (2010)	300 คน อายุ 20-25 ปี (ชาย 150 คน, หญิง 150 คน)	1. สถิติเชิงพรรณา (Descriptive statistics) คำนวณหาสถิติพื้นฐาน 2. Simple linear regression analysis 3. Multiple linear regression analysis	ความสูงกับความยาวของเท้าซ้าย (เพศชาย) = 0.606 ความสูงกับความยาวของเท้าขวา (เพศหญิง) = 0.560	Y = 92.838 + 3.013 (LFL) Y = 72.094 + 3.677 (RFL) *FL = ความยาวเท้าเฉลี่ย 2 ข้าง
วรารัตน์ ก่อเกิด (2011)	200 คน อายุ 18-55 ปี (ชาย 100 คน, หญิง 100 คน)	1. สถิติพื้นฐาน Karl Pearson's correlation coefficients 2. Spearman's Correlation coefficients 3. Regression analysis 4. Logistic regression analysis 5. Independent student t-test 6. Paired sample t - test	คาดคะเนความสูง (ไม่ทราบเพศ, เท้าขวา) = 0.728 คาดคะเนความสูง (ไม่ทราบเพศ, เท้าซ้าย) = 0.731 คาดคะเนความสูง (เพศชาย, เท้าซ้าย) = 0.555 คาดคะเนความสูง (เพศชาย, เท้าขวา) = 0.544 คาดคะเนความสูง (เพศหญิง, เท้าซ้าย) = 0.516 คาดคะเนความสูง (เพศหญิง, เท้าขวา) = 0.460 คาดคะเนเพศ (เท้าซ้าย) = 0.578 คาดคะเนเพศ (เท้าขวา) = 0.604	Y = 35.585+5.454 (Foot length) +- 4.097 Y = 36.598+5.418 (Foot length) +- 4.124 Y = 71.192+4.029 (Foot length) +- 3.778 Y = 70.133+4.083 (Foot length) +- 3.823 Y = 65.755+4.029 (Foot length) +- 3.291 Y = 68.675+3.909 (Foot length) +- 3.476 SEX = 43.175-1.409 (Foot length) - 1.161 (Foot width) SEX = 46.909-1.576 (Foot length) - 1.165 (Foot width)
			ค่า Accuracy Score	
			คาดคะเนเพศ (ความยาวและความกว้าง, เท้าซ้าย) = 81.5% คาดคะเนเพศ (ความยาวและความกว้าง, เท้าขวา) = 82.5%	
ดวงภรณ์ แดงจีน (2012)	100 คน อายุ 20--40 ปี (เพศชาย)	1. F-test 2. linear regression	ระยะก้าวเดินกับความสูง = 0.251	ความสูง = 155.720 + 0.212 (ระยะก้าว)

ตารางที่ 5 สรุปงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (ต่อ)

ชื่อผู้จัดทำงานวิจัย	จำนวนกลุ่มตัวอย่าง	สถิติที่ใช้	การวัดประสิทธิภาพตัวแบบ	
			ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2)	สมการ
Sunita Arvind Athavale (2015)	200 คน อายุ 20-30 ปี (ชาย 100 คน, หญิง 100 คน)	1. linear regression 2. Multiple linear regression 3. Pearson correlation	ความยาวของมือขวา (เพศชาย) = 0.479 ความกว้างของมือขวา (เพศชาย) = 0.388 ความยาวของมือซ้าย (เพศชาย) = 0.468 ความกว้างของมือขวา (เพศชาย) = 0.390 ความยาวของเท้าขวา (เพศชาย) = 0.554 ความกว้างของเท้าขวา (เพศชาย) = 0.411 ความยาวของเท้าซ้าย (เพศชาย) = 0.550 ความกว้างของเท้าซ้าย (เพศชาย) = 0.408 ความยาวของมือขวา (เพศหญิง) = 0.949 ความกว้างของมือขวา (เพศหญิง) = 0.470 ความยาวของมือซ้าย (เพศหญิง) = 0.949 ความกว้างของมือขวา (เพศหญิง) = 0.454 ความยาวของเท้าขวา (เพศหญิง) = 0.417 ความกว้างของเท้าขวา (เพศหญิง) = 0.138 ความยาวของเท้าซ้าย (เพศหญิง) = 0.412 ความกว้างของเท้าซ้าย (เพศหญิง) = 0.138	**Linear regression equations obtained for in males.** Stature = 106.306 + .283 x hand length ± 5.668 Stature = 117.798 + .481 x hand breadth ± 5.95 Stature = 98.51 +.242 x foot length ±5.375 Stature = 129.459 +.298 x foot breadth ± 5.888 **Multiple regression equations obtained for in males.** Stature = 91.347 + .117 x hand length + .185 x foot length ± 5.31 Stature = 92.878 + .203 x foot length + .161 x foot breadth ± 5.23 Stature = 101.026+ 0.23x hand length + 0.180x hand breadth ± 5.64 Stature = 85.860 + .186 x foot length + .109 x foot breadth +0.018 x hand length + .167 x hand breadth ± 5.24 **Linear regression equations obtained for in females.** Stature = 1.454 + .871 x hand length ± 2.394 Stature = 140.696 + .104 x hand breadth ± 7.51 Stature = 81.978 +.294 x foot length ± 6.91 Stature =133.035+.180 x foot breadth ± 7.54 **Multiple regression equations obtained for in females.** Stature = -6.296 + .053 x foot length + 0.845 x hand length ± 2.34 Stature = 42.490 + 0.889 x hand length – 0.053 x hand breadth ± 2.33 Stature = - 6.616 + 0.046 x foot length + 0.033 x foot breadth + 0.863 x hand length – 0.051 x hand breadth ± 2.29

ตารางที่ 5 สรุปงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (ต่อ)

ชื่อผู้จัดทำงานวิจัย	จำนวนกลุ่มตัวอย่าง	สถิติที่ใช้	การวัดประสิทธิภาพตัวแบบ	
			ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2)	สมการ
Won Joon Kim, Yong Min Kim และ Myung Hwan Yun (2018)	5,195 คน อายุ 20-69 ปี (ชายและหญิง)	1. สถิติพื้นฐาน Karl Pearson's correlation coefficients 2. Simple linear regression 3. Multiple linear regression 4. Stepwise linear regression	ความสูงกับความยาวเท้าและความยาวมือ (เพศชาย) = 0.532 ความสูงกับความยาวเท้าและความกว้างของมือ (เพศหญิง) = 0.437	S = 3.200*FL + 1.894*HL - 0.956*HB + 63.433 S = 3.469*FL - 3.159*HB + 1.642*HL + 74.051 Note: S (ความสูง), HL (ความยาวมือ), HB (ความกว้างของมือ), FL (ความยาวเท้า), FB (ความกว้างเท้า)
Jiang Kuan (2018)	174 คน อายุ 17-22 ปี (ชาย 174 คน)	1. linear regression 2. Pearson coefficient	ความสูงกับรอยพิมพ์ฝ่าเท้าข้างซ้าย = 0.459 ความสูงกับรอยพิมพ์ฝ่าเท้าข้างขวา = 0.485 ความสูงกับค่าเฉลี่ยรอยพิมพ์ฝ่าเท้า = 0.483 รอยพิมพ์ฝ่าเท้าข้างซ้ายกับรอยพิมพ์ฝ่าเท้าข้างขวา = 0.908 รอยพิมพ์ฝ่าเท้าข้างซ้ายกับค่าเฉลี่ยรอยพิมพ์ฝ่าเท้า = 0.977 รอยพิมพ์ฝ่าเท้าข้างขวากับค่าเฉลี่ยรอยพิมพ์ฝ่าเท้า = 0.977	**Linear regression equation of stature and left footprint.** Y = 2.386 * X + 118.173 (Y is stature, X is left footprint) **Linear regression equation of stature and right f footprint.** Y = 2.526 * X + 114.645 (Y is stature, X is left footprint) **Linear regression equation of stature and mean footprint** Y = 2.574 * X + 113.476 (Y is stature, X is mean footprint)
ศิริจันทนีย์ ตรีแก้ว (2018)	200 คน อายุ 10-60 ปี (ชาย 100 คน, หญิง 100 คน)	1. สถิติพื้นฐาน Karl Pearson's correlation coefficients 2. Logistic regression analysis	ความยาวของรองเท้า (เพศชาย) = 0.881 ความกว้างของรองเท้า (เพศชาย) = 0.855 ความยาวของรองเท้า (เพศหญิง) = 0.839 ความกว้างของรองเท้า (เพศหญิง) = 0.813	Y = 4.24x + 49.53 Y = 5.5351x + 105.95 Y = 7.3166x - 31.428 Y = 7.9769x + 79.519

ตารางที่ 5 สรุปงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (ต่อ)

ชื่อผู้จัดทำงานวิจัย	จำนวนกลุ่มตัวอย่าง	สถิติที่ใช้	การวัดประสิทธิภาพตัวแบบ	
			ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2)	สมการ
อรทัย เขียวพุ่ม (2020)	400 คน อายุ 18-60 ปี **กลุ่มที่ 1** สำรวจข้อมูลเกี่ยวกับรองเท้า (ชาย 100 คน, หญิง 100 คน) **กลุ่มที่ 2** สำรวจข้อมูลเกี่ยวกับค่าเฉลี่ยระยะก้าว (ชาย 100 คน, หญิง 100 คน)	1. สถิติพื้นฐาน Karl Pearson's correlation coefficients 2. Regression analysis 2.1) Simple linear regression analysis 2.2) Multiple linear regression analysis 3. Logistic regression analysis	คาดคะเนความสูง (ระยะก้าวเดิน, เพศชาย) = 0.8148 คาดคะเนความสูง (ความยาวรองเท้า, เพศชาย) = 0.9045 คาดคะเนความสูง (ความกว้างรองเท้า, เพศชาย) = 0.8998 คาดคะเนความสูง (ขนาดรองเท้า, เพศชาย) = 0.7315 คาดคะเนความสูง (ระยะก้าวเดิน, เพศหญิง) = 0.9104 คาดคะเนความสูง (ความยาวรองเท้า, เพศหญิง) = 0.9150 คาดคะเนความสูง (ความกว้างรองเท้า, เพศหญิง) = 0.7296 คาดคะเนความสูง (ขนาดรองเท้า, เพศหญิง) = 0.4526 คาดคะเนความสูง (ขนาดรองเท้า, ไม่ทราบเพศ) = 0.932	Y = 0.4355 (Footstep) + 150.07 Y = 3.7845 (Foot length) + 62.477 Y = 4.8524 (Foot width) +115.21 Y = 3.7176 (Foot size) + 13.201 Y = 1.0311 (Footstep) + 105.93 Y = 4.332 (Foot length) + 46.9 Y = 5.4252 (Foot width) + 107.97 Y = 2.7356 (Foot size) + 54.499 Stature = 67.72+ 2.84 (length) + 1.89 (width)
			ค่า Accuracy Score	
			คาดคะเนเพศ (ความกว้าง,ความยาว,ขนาดรองเท้า) = 92%%	SEX = -1.04 (length) +3.21 (width) - 3.06 (Foot size) + 120.07

บทที่ 3
วิธีดำเนินการ

หัวข้อวิจัยเรื่องการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์บนเว็บสำหรับคำนวณประเมินความสูงและเพศจากขนาดรองเท้า รอยพิมพ์ฝ่าเท้าและระยะก้าวเดิน ในกระบวนการวิธีดำเนินงานการวิจัยในครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์ในการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันสำหรับคำนวณประเมินความสูงและเพศ จากขนาดรองเท้า รอยพิมพ์ฝ่าเท้าและระยะก้าวเดินของบุคคล และนำความสัมพันธ์ เปรียบเทียบการวัดค่าความแม่นยำและการวัดประสิทธิภาพตัวแบบสมการ โดยใช้การเรียนรู้ด้วยเครื่องเปรียบเทียบกับงานวิจัยต้นแบบ โดยมีวิธีดำเนินงานวิจัยดังนี้

3.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน

3.1.1 ศึกษาเกี่ยวกับเครื่องมือสำและกำหนดขอบเขตสำหรับการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันและการเรียนรู้ด้วยเครื่อง โดยผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาเกี่ยวกับวิธีการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันจากหนังสือ เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เก็บรวบรวมข้อมูลสรุปสมการคาดคะเนความสูงและเพศจากการศึกษางานวิจัย (อรทัย เขียวพุ่ม, 2563 และวรารัตน์ ก่อเกิด, 2554) เพื่อนำสมการที่ได้มาเตรียมพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันการคำนวณประเมินความสูงและเพศ

3.1.2 ออกแบบและพัฒนาเว็บแอปพลิเคชัน ผู้วิจัยได้ออกแบบหน้าจออินเทอร์เฟส (Graphical user interface: GUI) สามารถใช้งานและแสดงหน้าจอปรับเปลี่ยนตามอุปกรณ์ของผู้ใช้งานได้ ไม่ว่าจะอยู่ในรูปแบบโทรศัพท์ หรือคอมพิวเตอร์ ก็สามารถใช้งานได้สะดวก เพียงแค่มีอินเทอร์เน็ตเท่านั้น หลังจากนั้นดำเนินการส่งแบบประเมินให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 6 ท่าน ประเมินการหาความสอดคล้องระหว่างคำถามกับวัตถุประสงค์

3.1.3 หลังจากการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันการคำนวณประเมินความสูงและเพศเสร็จสิ้น ผู้วิจัยได้ดำเนินการนำส่งแบบประเมินการหาความสอดคล้องระหว่างคำถามกับวัตถุประสงค์ ให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 6 ท่าน ก่อนนำเว็บแอปพลิเคชันไปทดลองใช้กับกลุ่มเป้าหมาย จำนวน 20 คน เพื่อให้ง่ายต่อการประเมินและเป็นกลุ่มเป้าหมายที่ใช้แอปพลิเคชัน

3.1.4 สรุปผลวิเคราะห์เปรียบเทียบการวัดค่าความแม่นยำและการวัดประสิทธิภาพตัวแบบของสมการ การคาดคะเนหาความสูงและเพศ โดยผู้วิจัยดำเนินการใช้การเรียนรู้ด้วยเครื่องกับข้อมูลดิบ ที่เก็บรวบรวมข้อมูลได้จากงานวิจัยต้นแบบ เพื่อศึกษาความแตกต่างของการเรียนรู้ด้วยเครื่องกับ

งานวิจัย ว่ามีประสิทธิภาพในการหาค่าความแม่นยำและประสิทธิภาพของตัวแบบสมการแตกต่างกันมากน้อยเพียงใด

3.2 ประชากรกลุ่มเป้าหมาย

3.2.1 กลุ่มเป้าหมายผู้เชี่ยวชาญ เป็นอาจารย์ผู้เชี่ยวชาญจากคณะวิทยาศาสตร์ ภาควิชาคอมพิวเตอร์ 4 ท่าน และภาควิชานิติวิทยาศาสตร์ 2 ท่าน จากมหาวิทยาลัยศิลปากร นครปฐม คัดเลือกด้วยวิธีแบบเจาะจง

3.2.2 กลุ่มเป้าหมายผู้ใช้งานโปรแกรมประยุกต์บนเว็บสำหรับคำนวณประเมินความสูงและเพศ คือ เจ้าหน้าที่ตำรวจสำนักงานพิสูจน์หลักฐานตำรวจ จังหวัดกาญจนบุรี จำนวน 20 คน

3.3 เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

3.3.1 Hardware

เครื่องคอมพิวเตอร์โน๊ตบุ๊ค

- หน่วยประมวลผล: Intel(R) Core (TM) i7-8750 CPU
- ความเร็ว: 2.20 GHz
- หน่วยความจำ (RAM): 16 GB
- ฮาร์ดดิกส์ความจุ: 1 TB

3.3.2 Software

- ระบบปฏิบัติการ Microsoft Windows 10
- Google Chrome เว็บบราวเซอร์สำหรับรัน Robot Framework
- Visual Studio Code โปรแกรมสำหรับแก้ไข/เขียน ทั้งในส่วนของโปรแกรมเว็บแอปพลิเคชันและเขียน Script Testcase Robot Framework
- Selenium เป็นซอฟต์แวร์ สำหรับการทดสอบซอฟต์แวร์อัตโนมัติ เพื่อทดสอบเว็บแอปพลิเคชัน ในที่นี้จะใช้ Selenium2Library
- Robot Framework ซอฟต์แวร์ สำหรับการทำการทดสอบซอฟต์แวร์อัตโนมัติ โดยมีรูปแบบ Syntax เป็นภาษาเขียนทำความเข้าใจได้ง่าย
- Python เป็นภาษาพื้นฐานที่ใช้สำหรับเขียน Robot Framework
- Angular เป็น Front-end JavaScript Framework แสดงในส่วนของ UI หน้าเว็บ

- Typescript เป็นภาษาพื้นฐานที่ใช้สำหรับเขียน Static Type ในการคำนวณ
- Tailwind CSS คือ CSS Utility Framework ใช้สำหรับตกแต่ง จัดวางหน้าเว็บ
- Bitbucket ใช้เป็นแหล่งรวม Source Code สำหรับเว็บแอปพลิเคชัน
- GitHub ใช้ในการเก็บข้อมูลในส่วนของไฟล์ CSV เพื่อใช้ในการ import ข้อมูลสำหรับทดสอบ Robot Framework

3.4 ข้อมูลสรุปสมการคาดคะเนความสูงและเพศที่ได้จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษางานวิจัย ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาหาข้อมูลสำหรับสรุปสมการคาดคะเนความสูงและเพศ สำหรับนำไปพัฒนาโปรแกรมประยุกต์บนเว็บสำหรับคำนวณประเมินความสูงและเพศจากขนาดรองเท้า รอยพิมพ์ฝ่าเท้าและระยะก้าวเดินดังนี้

การประมาณความสูงและเพศของบุคคลจากระยะก้าวเดินและขนาดรองเท้า เพื่อการสืบสวนทางอาชญากรรม (อรทัย เขียวพุ่ม, 2563)

สรุปสมการถดถอยเชิงเส้นเพื่อคาดคะเนความสูงกับตัวแปรแต่ละตัวแยกตามกลุ่มเพศชายและเพศหญิง ที่แสดงจากความสัมพันธ์เชิงเส้นของตัวแปรแต่ละตัวที่เกี่ยวข้องกับความสูงที่ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่มีค่าอยู่ระหว่าง 0.45 – 0.92 ที่ปรากฏอยู่ในกราฟที่ 6-13 กำหนดให้ตัวแปร y แทนความสูง, x1 แทน ระยะก้าว, x2 แทนความยาวของรองเท้า, x3 แทน ความกว้างของรองเท้า และ x 4 แทนขนาดของรองเท้า (เบอร์รองเท้า) แสดงดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 สมการถดถอยเชิงเส้นเพื่อใช้ในการคาดคะเนความสูงวิเคราะห์แยกตามเพศ

สมการจากความสัมพันธ์	เพศชาย	เพศหญิง
ความสูงกับระยะก้าว	$y = 0.4335X_1 + 150.07$	$y = 1.0311X_1 + 105.93$
ความสูงกับความยาว	$y = 0.7845X_2 + 62.477$	$y = 0.4332X_2 + 46.07$
ความสูงกับความกว้าง	$y = 4.8524X_3 + 115.21$	$y = 5.4252X_3 + 107.97$
ความสูงกับขนาดรองเท้า	$y = 3.7176X_4 + 13.201$	$y = 2.7356X_4 + 54.499$

ที่มา : (อรทัย เขียวพุ่ม, 2563)

การคาดคะเนความสูงโดยใช้การถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ

จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของความสูงกับตัวแปรแต่ละตัวของรองเท้าดังที่ได้กล่าวมาแล้ว พบว่าตัวแปรที่สามารถใช้คาดคะเนความสูงมีได้มีหลายตัว ดังนั้นจึงใช้การถดถอยเชิงเส้นพหุคูณเข้ามาช่วยในการคาดคะเนความสูงกรณีที่มีตัวแปรอธิบาย 2 ตัวแปร คือ ความยาวรองเท้า และความกว้างรองเท้า แสดงดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 ค่าสัมประสิทธิ์ของการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ

Coefficients

โมเดล	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
1 (Constant)	67.719	3.202		21.149	0
Length	2.836	0.207	0.656	13.67	0
width	1.894	0.278	0.327	6.808	0

a. Dependent Variable: stature

ที่มา : อรทัย เขียวพุ่ม (2563)

ตัวแปรอธิบายที่มีอิทธิพลต่อความสูง (Stature) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ได้แก่ ความยาวของรองเท้า (length) (p-value=0.000) และความกว้างของรองเท้า (width) (p-value =0.000) ดังนั้น สมการถดถอยสำหรับทำนายความสูง คือ Stature = 67.72+ (2.84) length + (1.89) width

การทำนายเพศด้วยการวิเคราะห์การถดถอยลอจิสติกส์

ผู้วิจัยได้สร้างสมการถดถอยสำหรับการทำนายเพศโดยใช้การวิเคราะห์การถดถอยแบบลอจิสติกส์พหุคูณ เนื่องจากมีตัวแปรหลายตัวที่มีความสัมพันธ์กับ เพศ ซึ่งได้แก่ข้อมูลระยะก้าว ความยาวรองเท้า ความกว้างรองเท้า และขนาดรองเท้า ผลการวิเคราะห์บางส่วนในรูปตารางที่ 8 ดังนี้

ตารางที่ 8 ค่าสัมประสิทธิ์ของการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นลอจิสติกส์พหุคูณ

Variables in the Equation

	B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)
Step Length	-1.037	.424	5.970	1	.015	0.355
Width	3.21	.800	16.083	1	.000	24.782
Shoesize	-3.061	.552	30.76	1	.000	.047
Constant	120.072	19.899	36.409	1	.000	1.40E+52

a. Variable(s) entered on step 1: Length, Width, Shoesize

ที่มา : อรทัย เขียวพุ่ม (2563)

สมการลอจิสติกส์สำหรับคาดคะเนเพศ คือ

Sex = -1.04 (Length) +3.21 (Width) -3.06 (Shoe size) +120.07

เมื่อ Length คือ ความยาวรองเท้า หน่วย cm.

Width คือ ความกว้างรองเท้า หน่วย cm

Shoe size คือ เบอร์รองเท้าที่วัดตามระบบ EU

งานวิจัยการคาดคะเนความสูงและเพศของบุคคลจากรอยพิมพ์ฝ่าเท้าในกลุ่มประชากรไทย กรณีศึกษาจังหวัดอุตรดิตถ์และจังหวัดแพร่ (วรารัตน์ ก่อเกิด, 2554)

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้สร้างสมการเพื่อใช้ในการคาดคะเนความสูง โดยแบ่งออกเป็นสมการของกลุ่มเพศชาย กลุ่มเพศหญิง และกลุ่มไม่ระบุเพศจำนวน 7 สมการ โดยใช้เฉพาะความยาวผ่าเท้า โดยพิจารณาจากระดับความสัมพันธ์เพื่อนำมาสร้างสมการที่มีความแม่นยำและมีความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด จากการศึกษางานวิจัยเมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ทั้งความยาวฝ่าเท้าและความกว้างฝ่าเท้ากับเพศในการศึกษานี้ สามารถสรุปสมการคาดคะเนความสูงและเพศที่ได้จากการศึกษาดังตารางที่ 9 ดังนี้

ตารางที่ 9 สรุปสมการคาดคะเนความสูงและเพศ

ลักษณะการทำนาย	สมการคาดคะเน	
	เท้าซ้าย	เท้าขวา
ความสูงเพศชาย	Stature = 71.192 + 4.029 (Foot length) $\pm$ 3.778	Stature = 70.133 + 4.083 (Foot length) $\pm$ 3.823
ความสูงเพศหญิง	Stature = 65.755 + 4.029 (Foot length) $\pm$ 3.291	Stature = 68.675 + 3.909 (Foot length) $\pm$ 3.476
ความสูงไม่ระบุเพศ	Stature = 35.585 + 5.454 (Foot length) $\pm$ 4.097	Stature = 36.598 + 5.418 (Foot length) $\pm$ 4.124
ความสูงไม่ระบุเพศ	Stature = 33.964 + 2.966 (Lt. foot length) + 2.562 (Rt. Foot length) $\pm$ 5.366	
ทำนายเพศ	SEX = 43.175 - 1.409 (Foot length) - 1.161 (Foot width)	SEX = 46.909 - 1.576 (Foot length) - 1.165 (Foot width)

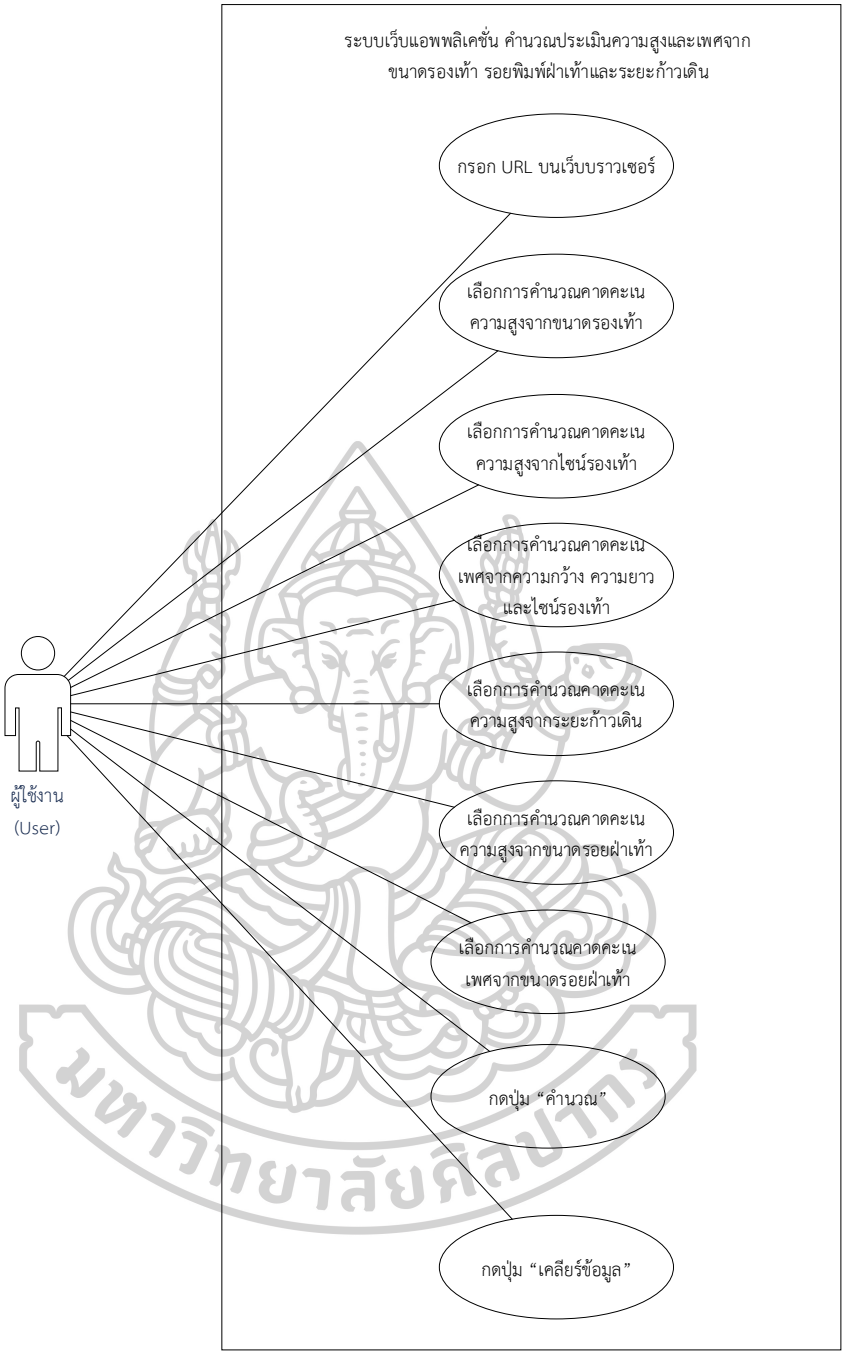
ที่มา : (วรารัตน์ ก่อเกิด, 2554)

3.5 ออกแบบการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์บนเว็บสำหรับคำนวณประเมินความสูงและเพศจากขนาดรองเท้า รอยพิมพ์ฝ่าเท้าและระยะก้าวเดิน

ในการออกแบบการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์บนเว็บสำหรับคำนวณประเมินความสูงและเพศจากขนาดรองเท้า รอยพิมพ์ฝ่าเท้าและระยะก้าวเดิน ผู้วิจัยทำการออกแบบโดยใช้สมการจากงานวิจัยการประมาณความสูงและเพศของบุคคลจากระยะก้าวเดินและขนาดรองเท้า เพื่อการสืบสวนทางอาชญากรรม (อรทัย เขียวพุ่ม, 2563) และงานวิจัยการคาดคะเนความสูงและเพศของบุคคลจากรอยพิมพ์ฝ่าเท้าในกลุ่มประชากรไทย กรณีศึกษาจังหวัดอุตรดิตถ์และจังหวัดแพร่ (วรารัตน์ ก่อเกิด, 2554) โดยดำเนินการออกแบบการพัฒนาระบบดังนี้

3.5.1 Use Case Diagram

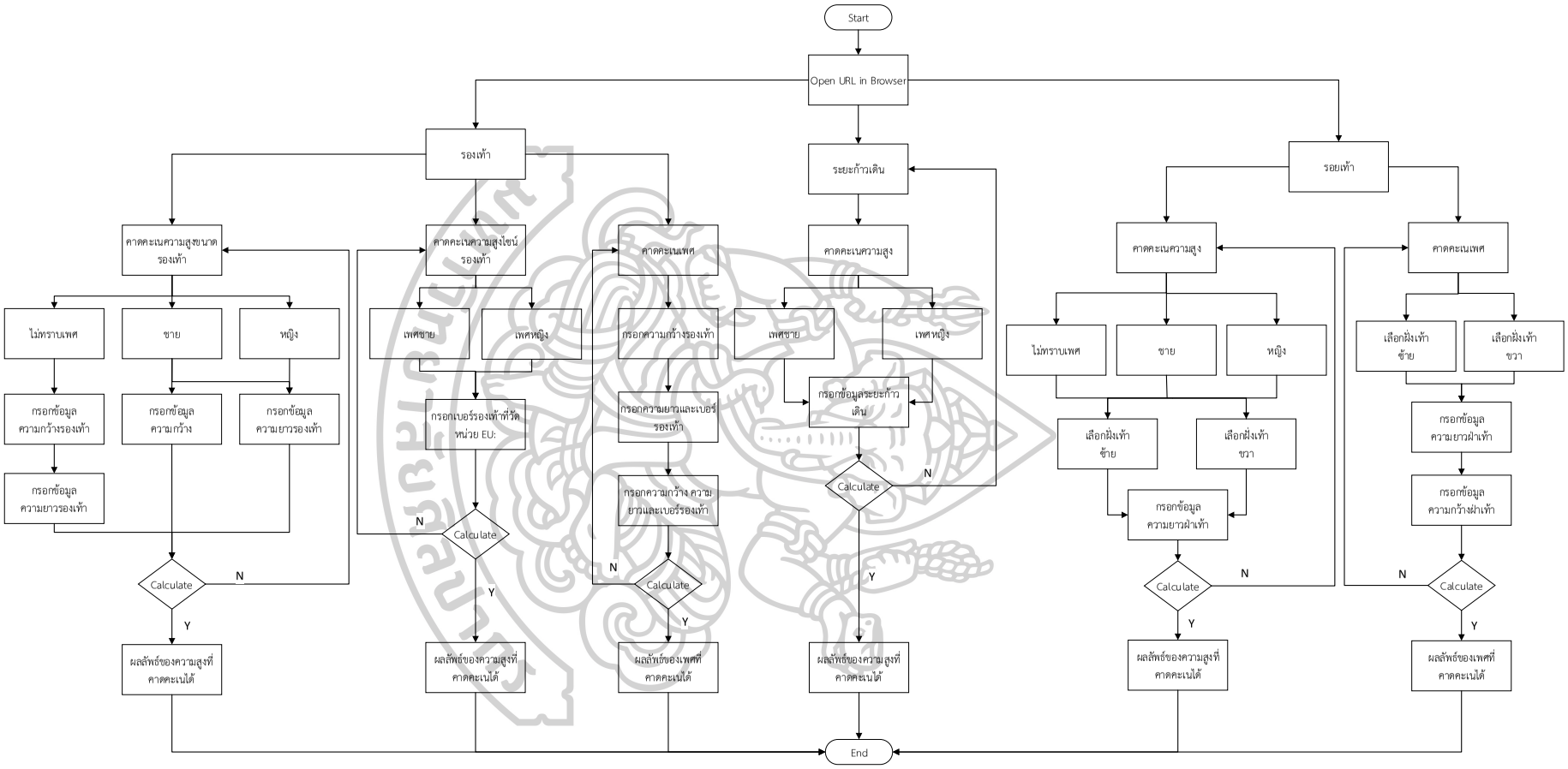
แผนภาพที่แสดงการทำงานของผู้ใช้ระบบ (User) และความสัมพันธ์กับระบบย่อย (Sub systems) ภายในระบบ ในการเขียน Use Case Diagram ผู้ใช้ระบบ จะถูกกำหนดว่าให้เป็น Actor และ ระบบย่อย สัญลักษณ์ที่ใช้ใน Use Case Diagram จะใช้สัญลักษณ์รูปคนแทน Actor ใช้สัญลักษณ์วงรีแทน Use Case และใช้เส้นตรงในการเชื่อม Actor กับ Use Case เพื่อแสดงการใช้งาน แสดงดังภาพที่ 20



ภาพที่ 20: Use Case Diagram ระบบเว็บแอปพลิเคชันคำนวณประเมินความสูงและเพศจากขนาดรองเท้า รอยพิมพ์ฝ่าเท้าและระยะก้าวเดิน

3.5.2 Flow Chart Diagram

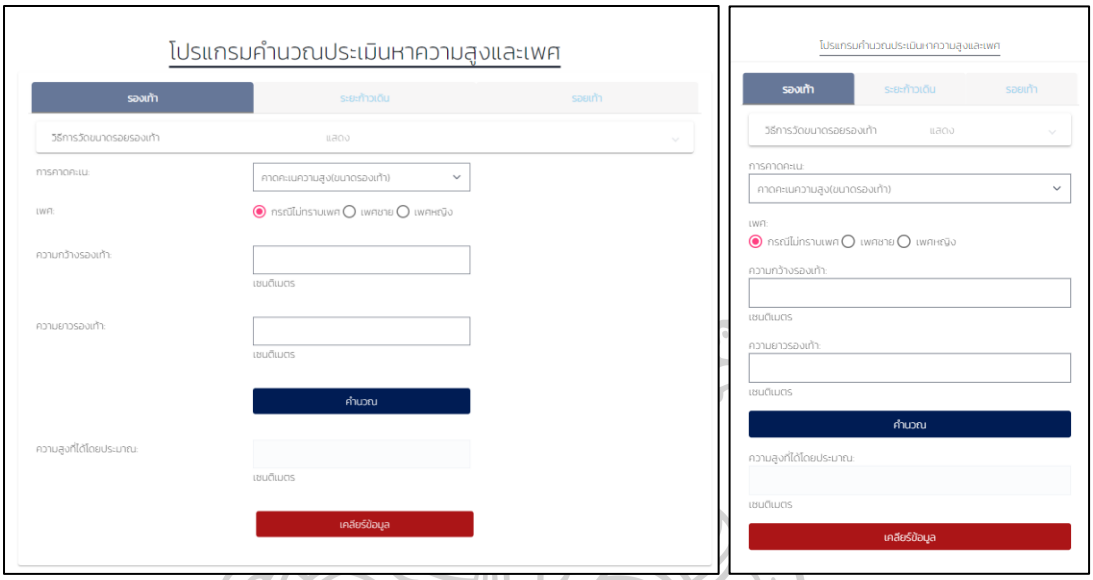
แผนภาพแสดงลำดับขั้นตอนการทำงานของกระบวนการ เป็นเครื่องมือใช้การรวบรวมจัดลำดับความคิด เพื่อให้เห็นขั้นตอนการทำงานที่ชัดเจนและใช้วางแผนการทำงานขั้นแรก โดยสัญลักษณ์ Flowchart แสดงถึงการทำงานลักษณะต่าง ๆ เชื่อมต่อกัน แสดงดังภาพที่ 21



ภาพที่ 21: Flow Chart Diagram ระบบเว็บแอปพลิเคชันคำนวณประเมินความสูงและเพศจากขนาดรองเท้า รอยพิมพ์ฝ่าเท้าและระยะก้าวเดิน

3.5.3 User interface

เป็นส่วนของการออกแบบหน้าจอสำหรับส่วนต่อประสานระหว่างเว็บแอปพลิเคชันกับผู้ใช้งาน เป็นส่วนที่ให้ผู้ใช้งานสามารถโต้ตอบกับการใช้กับเว็บแอปพลิเคชันได้ ซึ่งจะมุ่งเน้นไปที่เรื่องของหน้าตา การออกแบบ และการดีไซน์ ยกตัวอย่างหน้าจอเว็บแอปพลิเคชันการคาดคะเนความสูงและเพศของขนาดรองเท้าบนหน้าจอคอมพิวเตอร์ และสมาร์ทโฟน แสดงดังภาพที่ 22



ภาพที่ 22: หน้าจอคาดคะเนความสูงหรือเพศของขนาดรองเท้า บนคอมพิวเตอร์และสมาร์ทโฟน

3.6 ดำเนินการทดสอบระบบเว็บแอปพลิเคชันโดย Robot Framework

ผู้วิจัยได้ดำเนินการเขียนรายการทดสอบของระบบ เพื่อเตรียมรองรับการเขียน Script สำหรับการทำทดสอบระบบ Automated Testing โดยใช้ Robot Framework โดยแบ่งรายการขั้นตอนการดำเนินงานแสดงดังภาพที่ 23 ดังนี้

Test Case โปรแกรมคำนวณและเมินหาความสูงและเพศ

ระยะก้าวเดิน - คาดคะเนความสูง
การประมาณความสูงและเพศของบุคคลจากระยะก้าวเดินและขนาดรองเท้าเพื่อการสืบสวนทางอาชญากรรม (นางสาวอรษัย เชียวหุ่น) - ศิลปากร

No	Test Case Main	การคาดคะเน	เพศ	ฝั่งเท้า	ความกว้าง	ความยาว	เบอร์รองเท้า	ปุ่มคำนวณ	สมการ	สมการตัวอย่างทดสอบ
1	ระยะก้าวเดิน	คาดคะเนความสูง	เพศชาย					Y	Y = 0.4355 X + 150.07	Y = 0.4355 (50) + 150.07
2	รองเท้า (ความยาว)	คาดคะเนความสูง	เพศชาย			Y		Y	Y= 3.7845 (Foot length) + 62.477	Y = 3.7845 (30) + 62.477
3	รองเท้า (ความกว้าง)	คาดคะเนความสูง	เพศชาย		Y			Y	Y= 4.8524 (Foot width) +115.21	Y = 4.8524 (12) +115.21
4	รองเท้า (ไซส์รองเท้า)	คาดคะเนความสูง	เพศชาย				Y	Y	Y= 3.7176 (Foot Size) + 13.201	Y = 3.7176 (43) + 13.201
5	ระยะก้าวเดิน	คาดคะเนความสูง	เพศหญิง					Y	Y = 1.0311 X + 105.93	Y = 1.0311 (50) + 105.93
6	รองเท้า (ความยาว)	คาดคะเนความสูง	เพศหญิง			Y		Y	Y = 4.332 (Foot length) + 46.9	Y = 4.332 (29) +46.9
7	รองเท้า (ความกว้าง)	คาดคะเนความสูง	เพศหญิง		Y			Y	Y = 5.4252 (Foot width) + 107.97	Y = 5.4252 (10) + 107.97
8	รองเท้า (ไซส์รองเท้า)	คาดคะเนความสูง	เพศหญิง				Y	Y	Y = 2.7356 (Foot Size) + 54.499	Y = 2.7356 (35) + 54.499
9	ขนาดรองเท้า	คาดคะเนความสูง			Y	Y		Y	Stature = 67.72+ (2.84) length + (1.89) width	Stature = 67.72+ (2.84) length + (1.89) width
10	คาดคะเนเพศ	คาดคะเนเพศ			Y	Y	Y	Y	SEX = -1.04 (ความยาวรองเท้า) +3.21 (ความกว้างรองเท้า) - 3.06 (เบอร์รองเท้าที่วัด : EU) + 120.07 กำหนดค่าน้อยกว่า 0.5 คือเพศชาย / มากกว่า 0.5 คือเพศหญิง	SEX = -1.04 (26) +3.21 (10) - 3.06 (41 : EU) + 120.07 กำหนดค่าน้อยกว่า 0.5 คือเพศชาย / มากกว่า 0.5 คือเพศหญิง

ขนาดรอยเท้า - คาดคะเนความสูง
(การคาดคะเนความสูงและเพศของบุคคลจากรอยพิมพ์ฝ่าเท้าในกลุ่มประชากรไทย กรณีศึกษาจังหวัดอุดรดิตและจังหวัดแพร่)
นางสาววรารัตน์ ก่อเกิด - ศิลปากร

No	Test Case Main	การคาดคะเน	เพศ	ฝั่งเท้า	ความกว้าง	ความยาว	เบอร์รองเท้า	ปุ่มคำนวณ	สมการ	สมการตัวอย่างทดสอบ
11	ขนาดรอยเท้า	คาดคะเนความสูง	ไม่ทราบเพศ	ซ้าย		Y		Y	y= 35.585+5.454 (Foot length) +- 4.097	y= 35.585+5.454 (30) +- 4.097
12	ขนาดรอยเท้า	คาดคะเนความสูง	ไม่ทราบเพศ	ขวา		Y		Y	y= 36.598+5.418 (Foot length) +- 4.124	y= 36.598+5.418 (30) +- 4.124
13	ขนาดรอยเท้า	คาดคะเนความสูง	เพศชาย	ซ้าย		Y		Y	y= 71.192+4.029 (Foot length) +- 3.778	y= 71.192+4.029 (28) +- 3.778
14	ขนาดรอยเท้า	คาดคะเนความสูง	เพศชาย	ขวา		Y		Y	y= 70.133+4.083 (Foot length) +- 3.823	y= 70.133+4.083 (28) +- 3.823
15	ขนาดรอยเท้า	คาดคะเนความสูง	เพศหญิง	ซ้าย		Y		Y	y= 65.755+4.029 (Foot length) +- 3.291	y= 65.755+4.029 (25) +- 3.291
16	ขนาดรอยเท้า	คาดคะเนความสูง	เพศหญิง	ขวา		Y		Y	y= 68.675+3.909 (Foot length) +- 3.476	y= 68.675+3.909 (25) +- 3.476
17	ขนาดรอยเท้า	คาดคะเนเพศ		ซ้าย	Y	Y		Y	SEX = 43.175-1.409 (Foot length) - 1.161 (Foot width) กำหนดค่าน้อยกว่า 0.5 คือเพศชาย / มากกว่า 0.5 คือเพศหญิง	SEX = 43.175-1.409 (30) - 1.161 (12) กำหนดค่าน้อยกว่า 0.5 คือเพศชาย / มากกว่า 0.5 คือเพศหญิง
18	ขนาดรอยเท้า	คาดคะเนเพศ		ขวา	Y	Y		Y	SEX = 46.909-1.576 (Foot length) - 1.165 (Foot width) กำหนดค่าน้อยกว่า 0.5 คือเพศชาย / มากกว่า 0.5 คือเพศหญิง	SEX = 46.909-1.576 (25) - 1.165 (10) กำหนดค่าน้อยกว่า 0.5 คือเพศชาย / มากกว่า 0.5 คือเพศหญิง

ภาพที่ 23: รายการทดสอบสำหรับเว็บแอปพลิเคชันโปรแกรมคำนวณและเมินหาความสูงและเพศ

ขั้นตอนที่ 1 เตรียมรายการทดสอบ สำหรับการเขียน Test Script Robot Framework จากเว็บแอปพลิเคชันโปรแกรมคำนวณประเมินหาความสูงและเพศ

ขั้นตอนที่ 2 สร้างไฟล์ 1RB_Shoestep.robot, 2RB_ShoePrint และ 3RB_FootPrint เพื่อใช้ในการเขียน Script การคาดคะเนความสูงและเพศ จากขนาดเท้าและระยะก้าวเดิน ในที่นี้จะยกตัวอย่างไฟล์ 1RB_Shoestep.robot

ขั้นตอนที่ 3 ที่ Settings ทำการเรียก Library Selenium2Library, BuiltIn, String และมีการกำหนดresources โดยสั่งให้เชื่อมต่อกับไฟล์ resources.robot เพื่อใช้ในการเปิดเว็บบราวเซอร์ แสดงดังภาพที่ 24

```
*** Settings ***
Library         Selenium2Library
Library         BuiltIn
Library         String
Resource        resources.robot
```

ภาพที่ 24: โครงสร้างในส่วนของ Settings ของ Robot Framework

ขั้นตอนที่ 4 ที่ Variables เป็นการประกาศตัวแปร ของ Robot Framework โดยเป็นตัวที่ระบุตำแหน่งที่อยู่ บนเว็บบราวเซอร์

โดยที่ ${TAB_FootStep} คือ การเลือกระบุ Tab ระยะก้าวเกิน (หมายเลข 1)

${Select_Predheight} คือการเลือกคลิกที่ Dropdown คาดคะเนความสูง (หมายเลข 2)

${Value_Predheight} คือ การเลือกคลิก คาดคะเนความสูงใน Dropdown

${SexMan} คือ การระบุเลือกเพศชาย (หมายเลข 3)

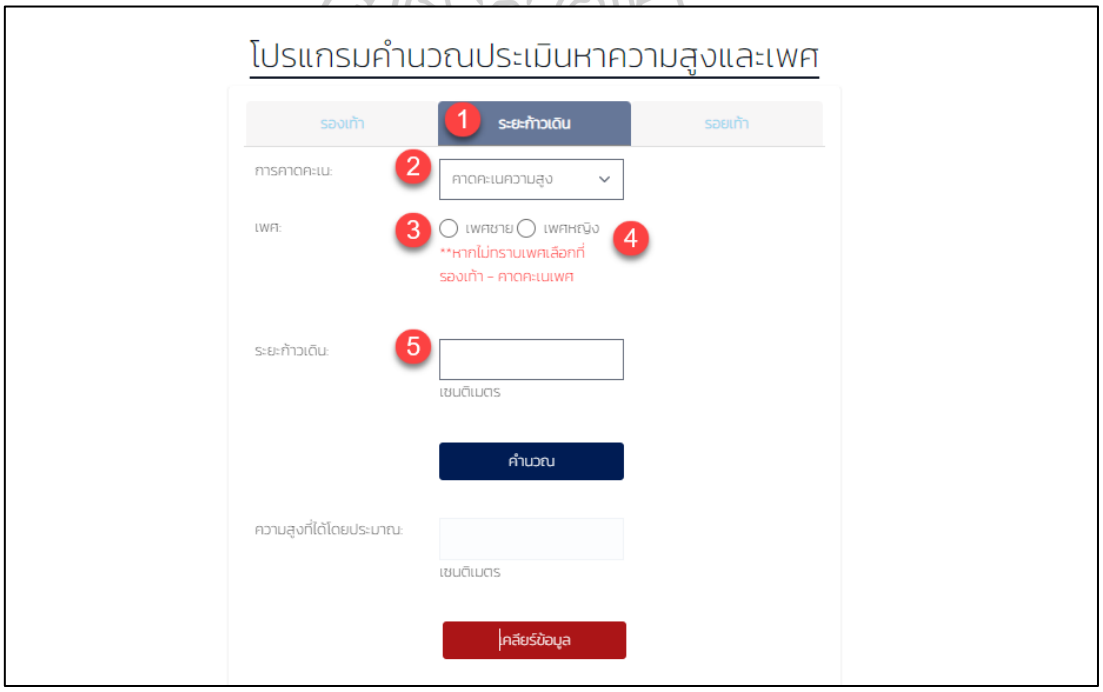
${SexWomen} คือ การระบุเลือกเพศหญิง (หมายเลข 4)

${TXT_INPUT} คือ การเลือกระบุการกรอกระยะก้าวเดิน (หมายเลข 5)

แสดงดังภาพที่ 25 และ 26 ดังนี้

```
*** Variables ***
${TAB_FootStep}          //*[@id="mat-tab-label-0-1"]
${Select_Predheight}     //*[@id="mat-tab-content-0-1"]/div/mat-card-content/app-cal-foot/div/div[1]
${Value_Predheight}      //*[@id="mat-tab-content-0-1"]/div/mat-card-content/app-cal-foot/div/div[1]
${SexMan}                //*[@id="mat-radio-2"]/label/span[1]
${SexWomen}              //*[@id="mat-radio-3"]/label/span[1]
${TXT_INPUT}             //*[@id="mat-tab-content-0-1"]/div/mat-card-content/app-cal-foot/div/div[3]
```

ภาพที่ 25: โครงสร้างในส่วนของ Variables ของ Robot Framework



ภาพที่ 26: การระบุ path ของ Variables บนเว็บแอปพลิเคชัน

ขั้นตอนที่ 5 ที่ Keyword ดำเนินการเขียนขึ้นมา 3 Keyword คือ Select Pred Stature ดำเนินการคลิกเลือกการคาดคะเนความสูง Select Sex Man ดำเนินการเลือกเพศชาย และ Select Sex Women ดำเนินการคลิกเลือกเพศหญิง แสดงดังภาพที่ 27

```
*** Keywords ***
Select Pred Stature
    Click Element          ${Select_Predheight}
    Click Element          ${Value_Predheight}
Select Sex Man
    Click Element          ${SexMan}
Select Sex Women
    Click Element          ${SexWomen}
```

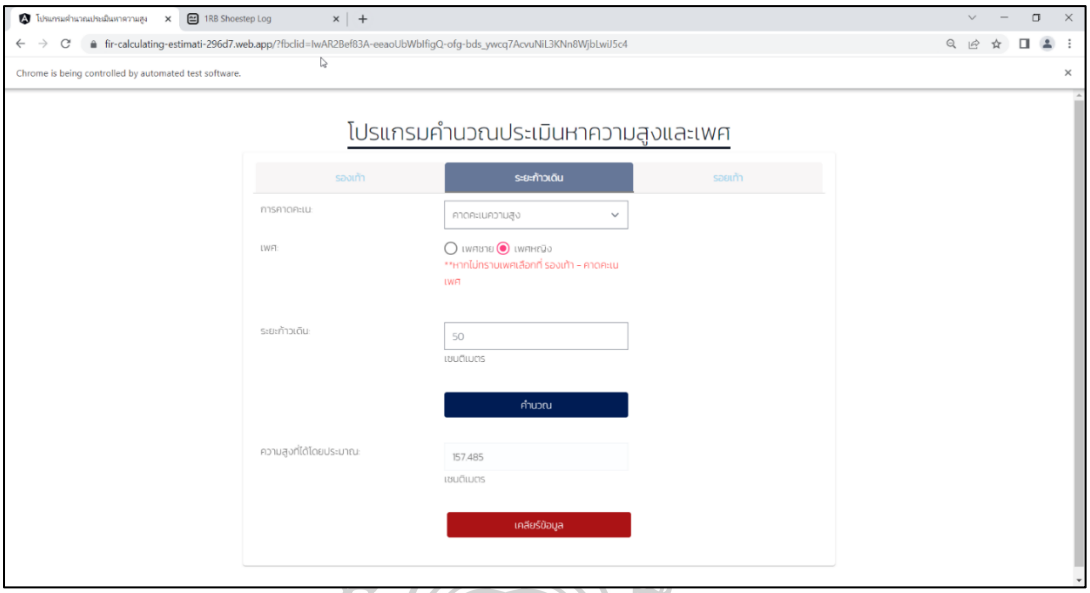
ภาพที่ 27: โครงสร้างในส่วนของ Keywords ของ Robot Framework

ขั้นตอนที่ 6 ในการทำ Workshop สำหรับไฟล์ 1RB_Shoestep.robot นี้ จะมีอยู่ด้วยกัน 2 Cases คือ การคาดคะเนความสูงจากระยะก้าวเดิน โดยทดสอบกรอกข้อมูลระยะก้าวเดินเพศชาย และกรอกข้อมูลระยะก้าวเดินเพศหญิง โดยมีทำการเปิดเบราว์เซอร์ขึ้นมา รอโปรแกรมขึ้นข้อมูล Page โปรแกรมคำนวณประเมินหาความสูงและเพศ เลือก Tab ระยะก้าวเดิน เลือกการคาดคะเนความสูง เลือกเพศ กรอกตัวเลขระยะก้าวเดินใน Text box จากนั้นกดปุ่มคำนวณ แสดงดังภาพที่ 28

```
***Test Cases ***
0. Open Browser To Page
    Open Browser To Page
    Wait Until Page Contains    โปรแกรมคำนวณประเมินหาความสูงและเพศ
    # Capture Page               0-OpenBrowser.png
1.1 คาดคะเนความสูง - ทดสอบกรอกข้อมูลระยะก้าวเดิน(ช)
    Click Element           ${TAB_FootStep}
    Select Pred Stature
    Select Sex Man
    Input Text              ${TXT_INPUT}        50
    Click Calculate Button
    # Capture Page            1-1_StepFoot_M.png
1.2 คาดคะเนความสูง - ทดสอบกรอกข้อมูลระยะก้าวเดิน(ญ)
    Click Element           ${TAB_FootStep}
    Select Pred Stature
    Select Sex Women
    Input Text              ${TXT_INPUT}        50
    Click Calculate Button
    # Capture Page            1-2_StepFoot_WM.png
```

ภาพที่ 28: โครงสร้างในส่วนของรายการทดสอบ Robot Framework

ขั้นตอนที่ 7 เข้าไปที่ path ที่สร้างไฟล์และใช้คำสั่งรัน “robot 1RB_Shoestep.robot” ระบบจะเปิด เบราว์เซอร์เลือกการคาดคะเนความสูง กรอกตัวเลขระยะก้าวเดินและกดปุ่มคำนวณแบบอัตโนมัติ จากนั้นสามารถดูผลจากการรันได้ แสดงดังภาพที่ 29 และ 30 ดังนี้



ภาพที่ 29: ระบบเปิดเบราว์เซอร์หลังจากใช้คำสั่งรัน

```
D:\Tassawan\thesisMaster\RB_WebCalculate>robot 1RB_Shoestep.robot
==============================================================================
1RB Shoestep
==============================================================================
0. Open Browser To Page
DevTools listening on ws://127.0.0.1:55475/devtools/browser/b8106762-ab43-4a04-847b-732ea9ca8d3d
0. Open Browser To Page                                               | PASS |
------------------------------------------------------------------------------
1.1 คาดคะเนความสูง - ทดสอบกรอกข้อมูลระยะก้าวเดิน(ช)                  .[1268:18576:0508/013356.611:ERROR:device_event_log_impl.cc(214)] [01:33:56.610]
 USB: usb_device_handle_win.cc:1049 Failed to read descriptor from node connection: A device attached to the system is not functioning. (0x1F)
[1268:18576:0508/013356.611:ERROR:device_event_log_impl.cc(214)] [01:33:56.611] USB: usb_device_handle_win.cc:1049 Failed to read descriptor from node
 connection: A device attached to the system is not functioning. (0x1F)
[1268:18576:0508/013356.612:ERROR:device_event_log_impl.cc(214)] [01:33:56.611] USB: usb_device_handle_win.cc:1049 Failed to read descriptor from node
 connection: A device attached to the system is not functioning. (0x1F)
1.1 คาดคะเนความสูง - ทดสอบกรอกข้อมูลระยะก้าวเดิน(ช)                | PASS |
------------------------------------------------------------------------------
1.2 คาดคะเนความสูง - ทดสอบกรอกข้อมูลระยะก้าวเดิน(ญ)                | PASS |
------------------------------------------------------------------------------
1RB Shoestep                                                          | PASS |
3 tests, 3 passed, 0 failed
==============================================================================
Output:  D:\Tassawan\thesisMaster\RB_WebCalculate\output.xml
Log:     D:\Tassawan\thesisMaster\RB_WebCalculate\log.html
Report:  D:\Tassawan\thesisMaster\RB_WebCalculate\report.html
```

ภาพที่ 30: ผลลัพธ์จากการรัน Robot Framework

3.7 วิเคราะห์เปรียบเทียบการวัดค่าความแม่นยำและการวัดประสิทธิภาพตัวแบบสมการ

การวิเคราะห์เปรียบเทียบการวัดค่าความแม่นยำและการวัดประสิทธิภาพตัวแบบสมการ โดยประยุกต์ใช้การเรียนรู้ด้วยเครื่องโดยผู้วิจัยทำทำการใช้เครื่องมือการวิเคราะห์คือ Jupyter Notebook เป็นเครื่องมือสำหรับเขียนโปรแกรม และภาษา Python ในการดำเนินการเรียบรู้ด้วยเครื่อง เปรียบเทียบกับงานวิจัยต้นแบบ ดำเนินการเปรียบเทียบประสิทธิภาพมีขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 เลือกข้อมูล โดยทำการ Import ไฟล์และเลือกข้อมูลเข้าไปเก็บที่ Data Set เพื่อรอทำการทดสอบ

ขั้นตอนที่ 2 เลือกข้อมูลนำเข้า และกำหนดตัวแปรที่ใช้ในการทำนาย

ขั้นตอนที่ 3 แบ่งส่วนของข้อมูล โดยทำการแบ่งส่วนของมูลออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ส่วนของ Train Set และ Test Set และเรียกใช้โมเดลสำหรับใช้ในการทำนาย

ขั้นตอนที่ 4 การแปรผลและการประเมินผล ดำเนินการหาความคลาดเคลื่อนระหว่างชุดข้อมูลทดสอบ และชุดข้อมูลที่ทำนายผล

ขั้นตอนที่ 5 วัดประสิทธิภาพของโมเดล ดำเนินการวัดประสิทธิภาพของโมเดลที่ได้ผลลัพธ์จากการคาดคะเนของชุดข้อมูลที่ทำนายผลว่ามีความแม่นยำเท่าไร โดยที่ Simple Linear Regression, Multiple Linear Regression และ Polynomial regression จะใช้ R^2 ในส่วนของ Logistic Regression จะใช้ Accuracy และ Confusion Matrix เพื่อใช้บอกประสิทธิภาพของโมเดล

3.8 แบบสอบถามสำหรับสำรวจความพึงพอใจ

แบบสอบถามใช้แบบสำรวจความพึงพอใจในการใช้งานเว็บแอปพลิเคชัน โดยการนำแบบสอบถามมาทดสอบโดยผู้เชี่ยวชาญ (อาจารย์คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร ภาควิชาคอมพิวเตอร์ 4 ท่าน และภาควิชานิติวิทยาศาสตร์ 2 ท่าน) เพื่อตรวจสอบความเชิงเนื้อหา (Content Validity) โดยประยุกต์ค่า IOC (Item-Objective Congruence) ซึ่งคือ ค่าตามตรงหรือความสอดคล้องระหว่างคำถามกับลักษณะของเว็บแอป
พลิเคชัน

$$IOC \text{ รายข้อ} = \frac{\text{คะแนนรวมของข้อนั้น}}{\text{จำนวนของผู้เชี่ยวชาญ}}$$

โดยที่การสร้างแบบประเมินโดยสเกล +1 = เห็นด้วยหรือตรง, 0 = ไม่แน่ใจ ไม่รู้ หรือไม่มั่นใจ, -1 = ไม่ใช่ ไม่เห็นด้วยหรือไม่สอดคล้อง

วิเคราะห์ค่า IOC ค่า IOC ที่มากกว่าเท่ากับ 0.5 เป็นคำถามที่ใช้ได้ และหากค่า IOC น้อยกว่า 0.5 เป็นคำถามที่ใช้ไม่ได้หรือควรปรับปรุง คัดเลือกเฉพาะคำถามที่มีค่าดัชนีความตรงตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไปมาใช้ตั้งคำถาม Pre test กับเจ้าหน้าที่ตำรวจสำนักงานพิสูจน์หลักฐานตำรวจ จังหวัดกาญจนบุรี ในการวิเคราะห์ผลจึงใช้การหาค่าเฉลี่ย ร้อยละ ความพึงพอใจ 5 ระดับ คือ ระดับมากที่สุด ($\bar{x}$ = 4.51 - 5.00) ระดับมาก ($\bar{x}$ = 3.51 – 4.50) ระดับปานกลาง ($\bar{x}$ = 2.51 – 3.50) ระดับน้อย ($\bar{x}$ = 1.51 – 2.50) และระดับน้อยที่สุด ($\bar{x}$ = 1.01 – 1.50)

บทที่ 4
ผลการดำเนินงานวิจัย

จากวิธีดำเนินงาน เราสามารถสรุปผลดำเนินงานวิจัยโดยแบ่งออกเป็น 4 ส่วนได้แก่

1. ผลการดำเนินการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์บนเว็บสำหรับคำนวณประเมินความสูงและเพศจากขนาดรองเท้า รอยพิมพ์ฝ่าเท้าและระยะก้าวเดิน จากสรุปสมการคาดคะเนความสูงและเพศที่ได้จากการศึกษางานวิจัย
2. ผลการทดสอบโปรแกรมเว็บแอปพลิเคชันโดยการทดสอบซอฟต์แวร์อัตโนมัติโดยใช้ Robot framework โดยทำการเก็บ Report Log
3. ผลการสำรวจความพึงพอใจโปรแกรมประยุกต์บนเว็บสำหรับคำนวณประเมินความสูงและเพศจากขนาดรองเท้า รอยพิมพ์ฝ่าเท้าและระยะก้าวเดิน
4. ผลวิเคราะห์เปรียบเทียบการวัดค่าความแม่นยำและการวัดประสิทธิภาพตัวแบบสมการ โดยใช้การเรียนรู้ด้วยเครื่อง เปรียบเทียบกับงานวิจัยต้นแบบ

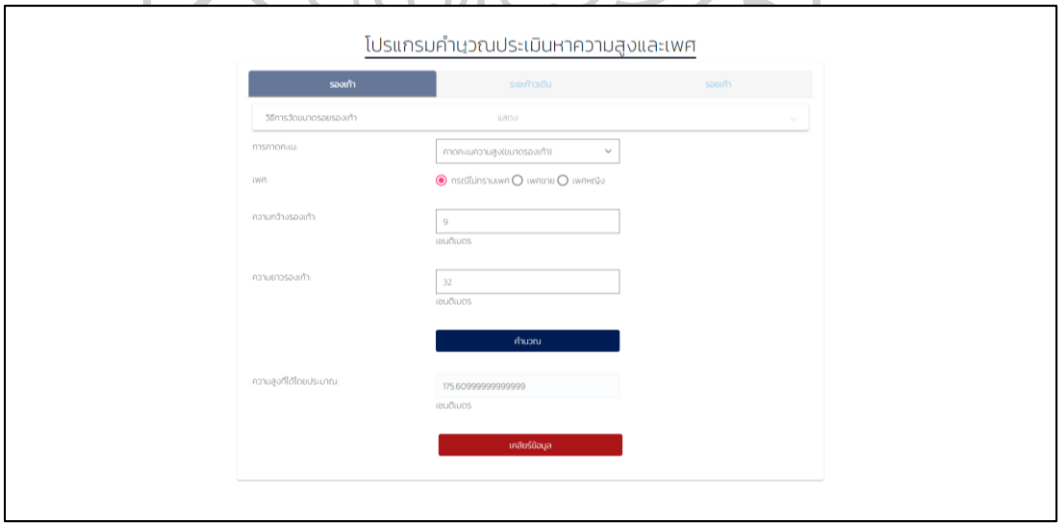
4.1 ผลการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันสำหรับการคาดคะเนความสูงและเพศรอยพิมพ์ฝ่าเท้าและระยะก้าวเดิน

ผลการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันสำหรับการคาดคะเนความสูงและเพศ จากสรุปสมการคาดคะเนความสูงและเพศที่ได้จากการศึกษางานวิจัยต้นแบบ สามารถดูผลการดำเนินงานได้จาก URL : https://bit.ly/3lOwWMr หรือ Scan QR Code แสดงดังภาพที่ 31

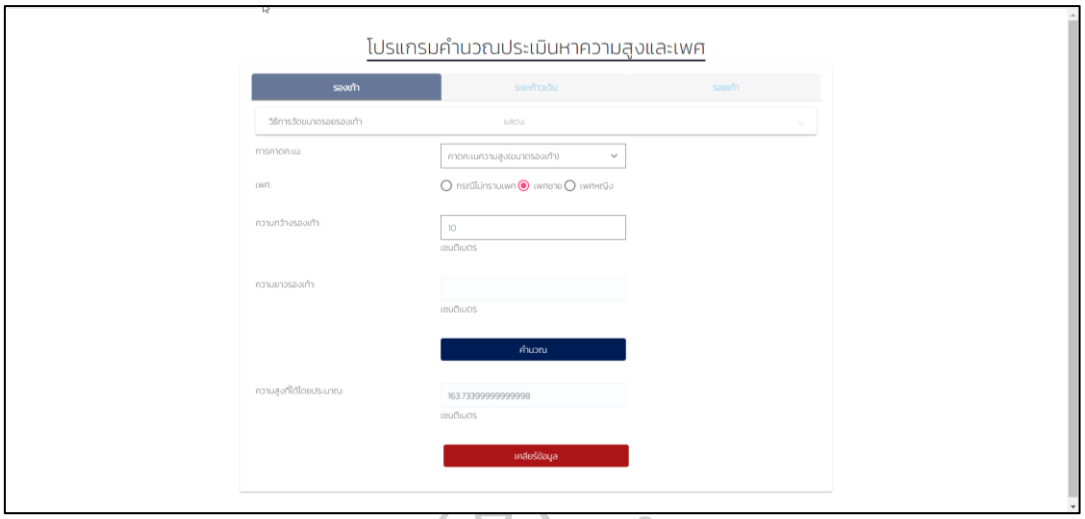
ภาพที่ 31: QR Code สำหรับการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์บนเว็บสำหรับคำนวณประเมินความสูงและเพศ

เว็บแอปพลิเคชันที่พัฒนาสามารถใช้งานกับคอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะ โน้ตบุ๊กคอมพิวเตอร์ หรือโทรศัพท์ที่มีลักษณะขนาดเล็ก น้ำหนักเบา สะดวกต่อการพกพา การแสดงผลจะใช้การแสดงหน้าจอปรับเปลี่ยนตามอุปกรณ์ เป็นเทคนิคการออกแบบเว็บไซต์แบบใหม่ ซึ่งจะมีการปรับเปลี่ยนขนาดของเว็บไซต์ให้เหมาะสมกับการแสดงผลบนหน้าจอขนาดต่างๆ ที่แตกต่างกัน เช่น คอมพิวเตอร์ โน้ตบุ๊ค โทรศัพท์มือถือ แท็บเล็ต ซึ่งผู้ใช้งานสามารถเข้าใช้งานได้ทุกที่ ทุกเวลา ที่สามารถเข้าถึงระบบอินเตอร์เน็ตได้ ณ ที่นี้ จะกล่าวถึงการใช้งานเว็บแอปพลิเคชันที่ทำการพัฒนาขึ้นในส่วนของโน้ตบุ๊กคอมพิวเตอร์ โดยมีขั้นตอนการใช้งานดังต่อไปนี้

1. เข้าสู่ระบบโดยดำเนินการเข้าที่ URL : https://bit.ly/3lOwWMr
2. เลือกการคาดคะเนความสูงจากขนาดรองเท้า
    2.1 เลือกระบุเพศโดยเลือก กรณีไม่ทราบเพศ
        2.1.1 กรอกข้อมูลความกว้าง และความยาวรองเท้า
        2.1.2 กดปุ่ม “คำนวณ”
        2.1.3 สามารถกดปุ่ม “เคลียร์ข้อมูล” สำหรับต้องการเคลียร์ข้อมูลในแบบฟอร์ม แสดงดังภาพที่ 32
    2.2 เลือกระบุเพศโดยเลือก เพศชายหรือเพศหญิง
        2.2.1 กรอกข้อมูลความกว้าง หรือความยาวรองเท้า
        2.2.2 กดปุ่ม “คำนวณ” แสดงดังภาพที่ 33



ภาพที่ 32: การคาดคะเนความสูงจากขนาดรองเท้ากรณีเลือกไม่ทราบเพศ



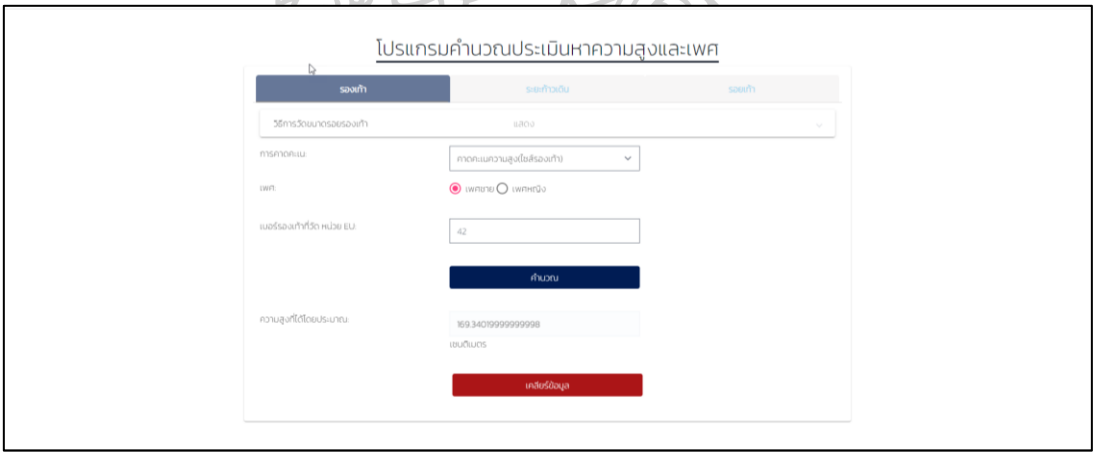
ภาพที่ 33: การคาดคะเนความสูงจากขนาดรองเท้ากรณีเลือกเพศ

3. เลือกการคาดคะเนความสูงจากขนาดขนาดรองเท้า

3.1 เลือกระบุเพศโดยเลือก เพศชายหรือเพศหญิง

3.1.1 กรอกข้อมูลเบอร์รองเท้าที่วัด (หน่วย EU)

3.1.2 กดปุ่ม “คำนวณ” แสดงดังภาพที่ 34

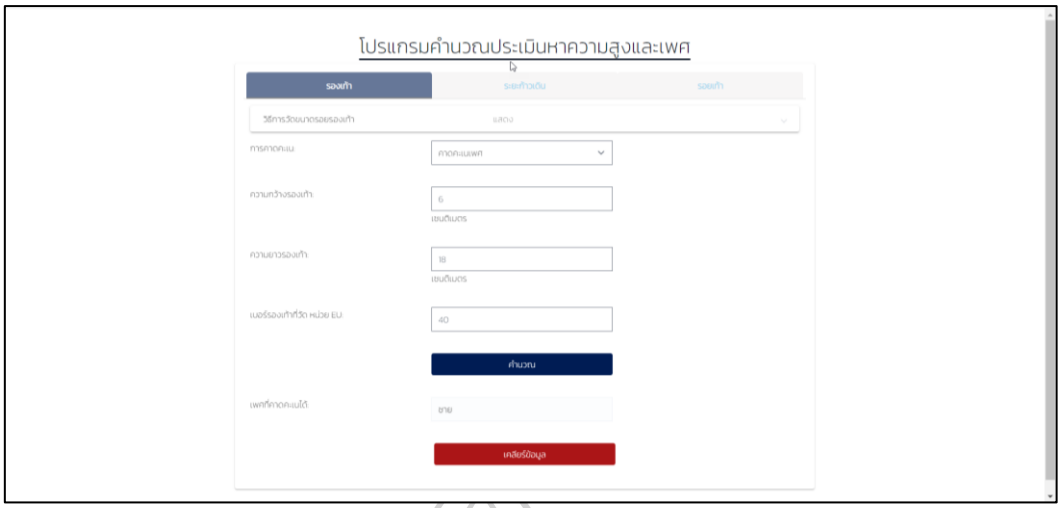


ภาพที่ 34: การคาดคะเนความสูงจากขนาดขนาดรองเท้า

4. เลือกการคาดคะเนเพศจากขนาดและขนาดรองเท้า

4.1 กรอกข้อมูลความกว้าง ความยาวรองเท้า และเบอร์รองเท้าที่วัด(หน่วย EU)

4.2 กดปุ่ม “คำนวณ” แสดงดังภาพที่ 35



ภาพที่ 35: การคาดคะเนเพศจากขนาดและขนาดรองเท้า

5. เลือกการคาดคะเนความสูงจากระยะก้าวเดิน

5.1 เลือกเพศ (กรณีไม่ทราบเพศสามารถคำนวณหาเพศ ได้จากข้อที่ 4)

5.2 กรอกข้อมูลระยะก้าวเดิน (หน่วยเป็นเซนติเมตร)

5.3 กดปุ่ม “คำนวณ” แสดงดังภาพที่ 36

ภาพที่ 36: การคาดคะเนความสูงจากระยะก้าวเดิน

6. เลือกการคาดคะเนความสูงจากรอยฝ่าเท้า

6.1 เลือกกรณีไม่ทราบเพศ

6.1.1 เลือกฝั่งเท้าซ้าย หรือฝั่งเท้าขวา

6.1.2 กรอกข้อมูลความยาว รอยฝ่าเท้า

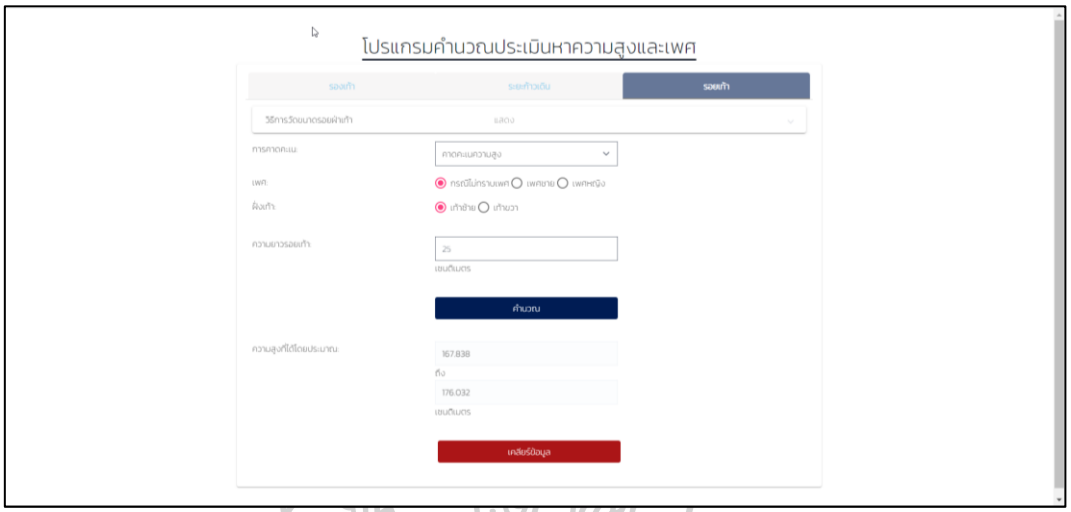
6.1.3 กดปุ่ม “คำนวณ” แสดงดังภาพที่ 37

6.2 เลือกเพศชายหรือเพศหญิง

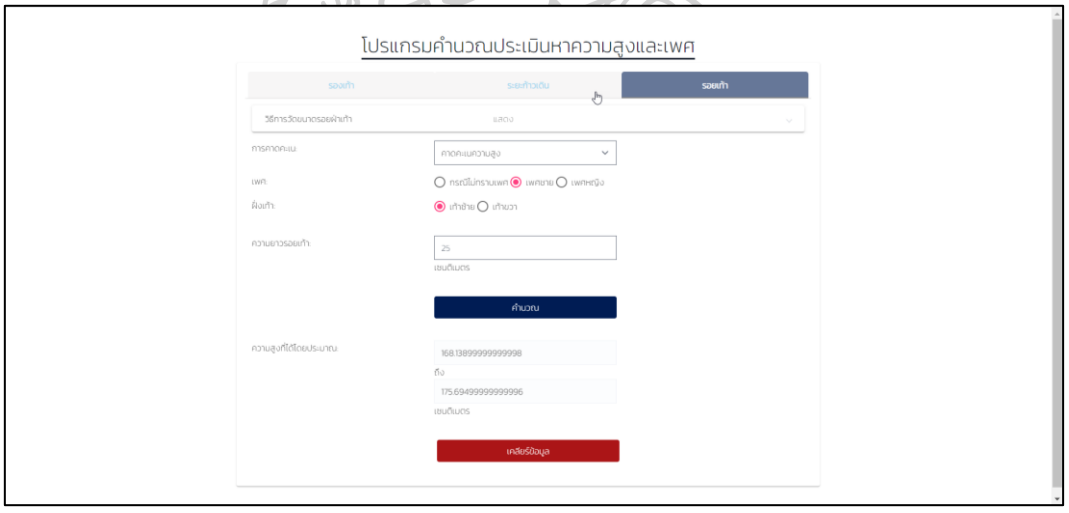
6.2.1 เลือกฝั่งเท้าซ้าย หรือฝั่งเท้าขวา

6.2.2 กรอกข้อมูลความยาว รอยฝ่าเท้า

6.2.3 กดปุ่ม “คำนวณ” แสดงดังภาพที่ 38



ภาพที่ 37: การคาดคะเนความสูงจากรอยฝ่าเท้าเลือกกรณีไม่ทราบเพศ



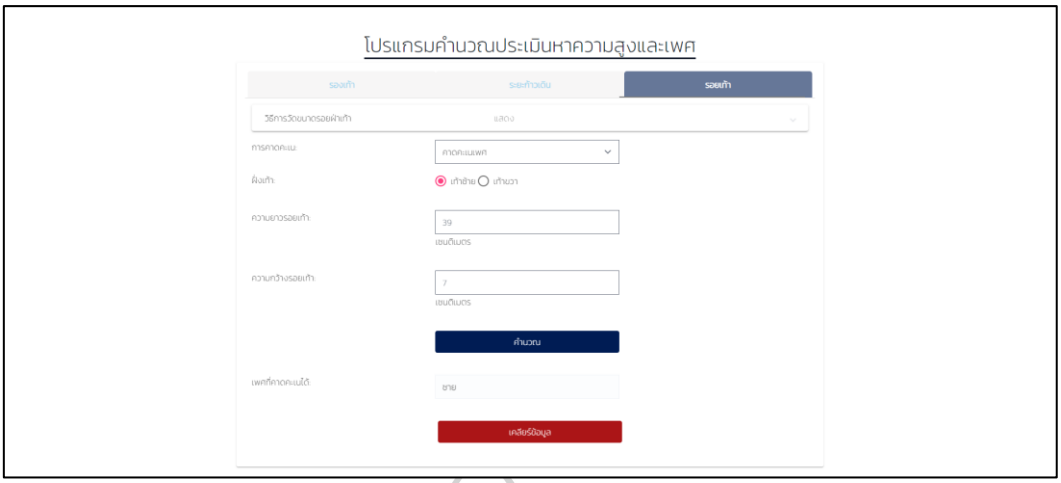
ภาพที่ 38: การคาดคะเนความสูงจากรอยฝ่าเท้าเลือกกรณีเลือกเพศชายหรือเพศหญิง

7. เลือกการคาดคะเนเพศจากรอยฝ่าเท้า

7.1 เลือกฝั่งเท้าซ้าย หรือฝั่งเท้าขวา

7.2 กรอกความยาว และความกว้างรอยฝ่าเท้า

7.3 กดปุ่ม “คำนวณ” แสดงดังภาพที่ 39



ภาพที่ 39: การคาดคะเนเพศจากรอยฝ่าเท้า

8. เลือกแสดงวิธีการวัดได้ที่แท็บแสดง แสดงดังภาพที่ 40

ภาพที่ 40: แสดงวิธีการวัดได้ที่แท็บแสดง

4.2 ผลการทดสอบเว็บแอปพลิเคชันด้วยวิธีการทดสอบซอฟต์แวร์อัตโนมัติ

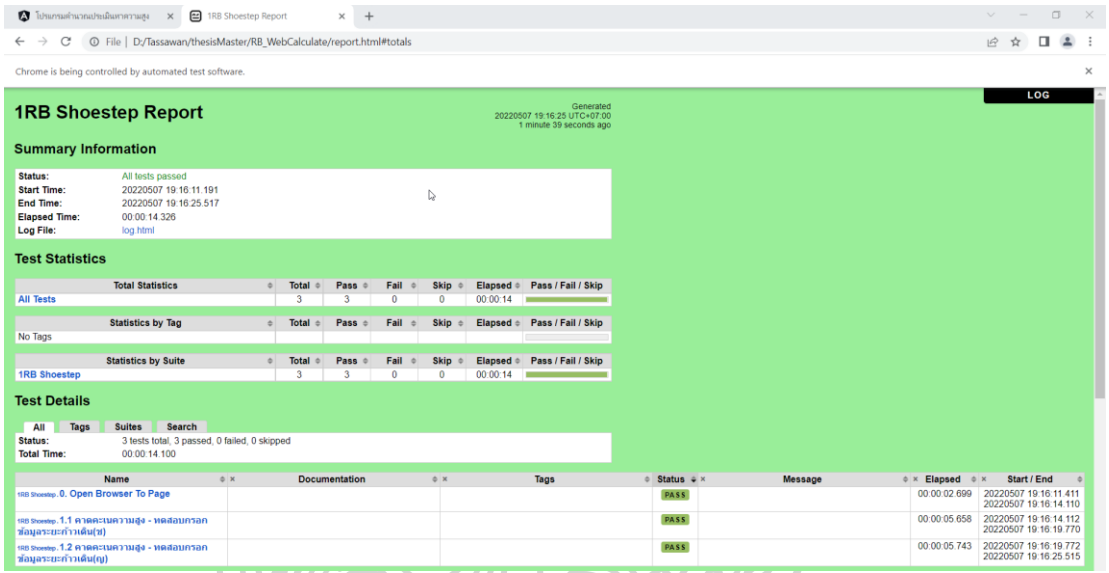
จากรายการทดสอบสำหรับการเขียน Test Script Robot Framework จากเว็บแอปพลิเคชันโปรแกรมคำนวณประเมินหาความสูงและเพศ ได้แก่ 1RB_Shoestep.robot, 2RB_ShoePrint

และ 3RB_FootPrint จำนวนทั้งหมด 18 Case สามารถแสดงผลการ Run Robot Framework ได้ดังนี้

ไฟล์ 1RB_Shoestep.robot คือผลการทดสอบการคาดคะเนความสูง จากระยะก้าวเดินโดยแบ่งออกเป็น

1.1 การคาดคะเนความสูง จากระยะก้าวเดินของเพศชาย

1.2 การคาดคะเนความสูง จากระยะก้าวเดินของเพศหญิง แสดงดังภาพที่ 41



ภาพที่ 41: Report ผลลัพธ์จาก robot 1RB_Shoestep.robot

ไฟล์ 2RB_ShoePrint คือผลการทดสอบการคาดคะเนความสูง จากข้อมูลของรองเท้าโดยแบ่งออกเป็น

2.1 การคาดคะเนความสูง จากข้อมูลขนาดรองเท้า (กรณีไม่ทราบเพศ)

2.2 การคาดคะเนความสูง จากข้อมูลความยาวรองเท้าเพศชาย

2.3 การคาดคะเนความสูง จากข้อมูลความยาวรองเท้าเพศหญิง

2.4 การคาดคะเนความสูง จากข้อมูลความกว้างรองเท้าเพศชาย

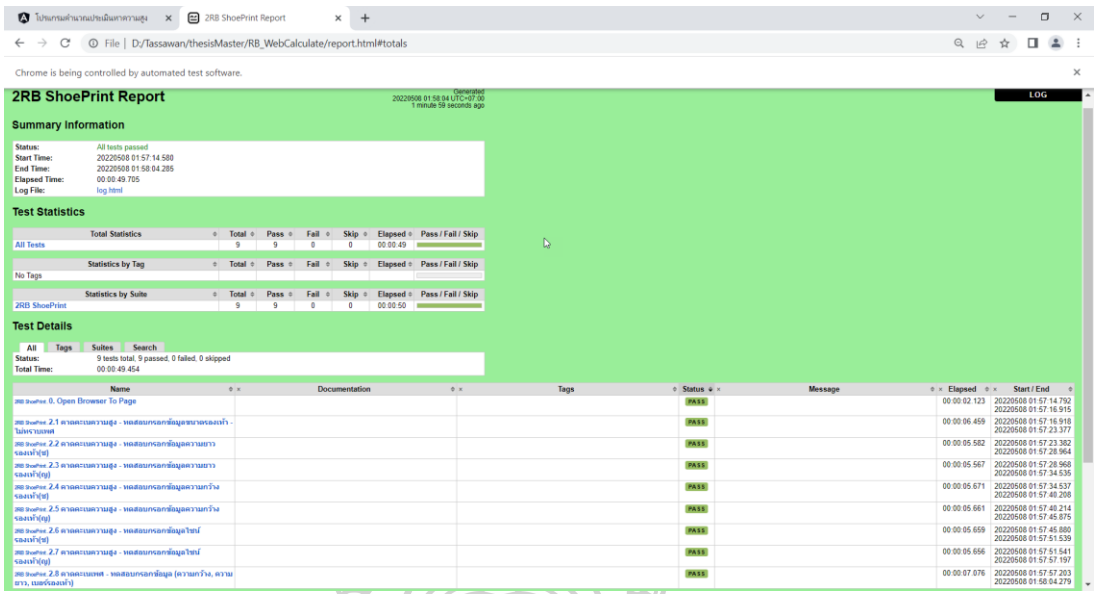
2.5 การคาดคะเนความสูง จากข้อมูลความกว้างรองเท้าเพศหญิง

2.6 การคาดคะเนความสูง จากข้อมูลขนาดรองเท้าเพศชาย

2.7 การคาดคะเนความสูง จากข้อมูลขนาดรองเท้าเพศหญิง

2.8 การคาดคะเนความเพศ จากข้อมูลความกว้าง ความยาว และเบอร์รองเท้า

แสดงดังภาพที่ 42



ภาพที่ 42: Report ผลลัพธ์จาก 2RB_ShoePrint.robot

ไฟล์ 3RB_FootPrint.robot คือผลการทดสอบการคาดคะเนความสูง จากข้อมูลความยาวของรอยฝ่าเท้าโดยแบ่งออกเป็น

3.1 การคาดคะเนความสูง จากข้อมูลความยาวฝั่งเท้าซ้าย (กรณีไม่ทราบเพศ)

3.2 การคาดคะเนความสูง จากข้อมูลความยาวฝั่งเท้าขวา (กรณีไม่ทราบเพศ)

3.3 การคาดคะเนความสูง จากข้อมูลความยาวฝั่งเท้าซ้าย (เพศชาย)

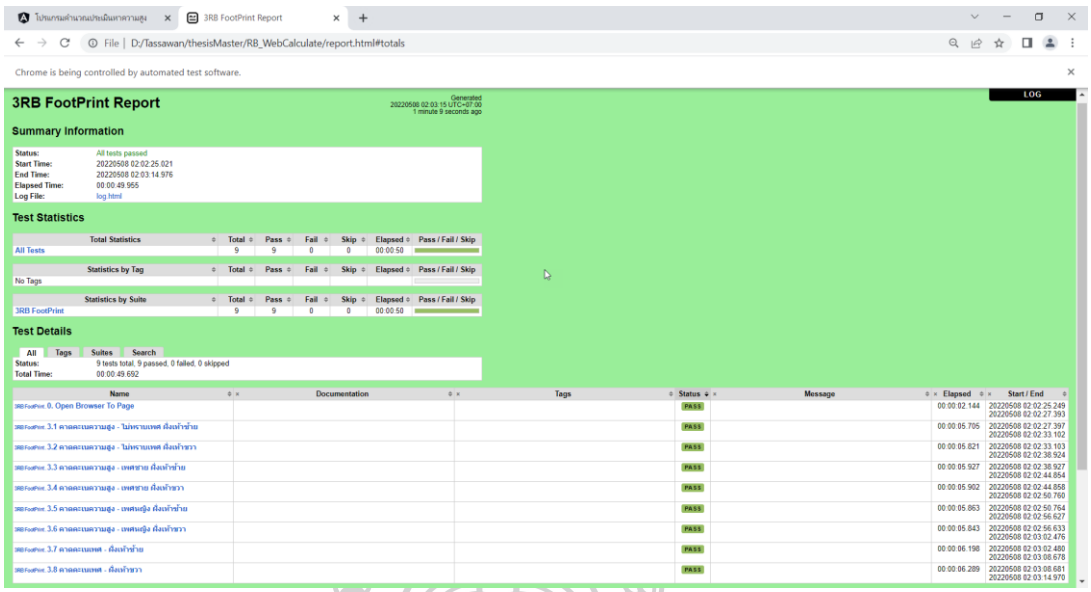
3.4 การคาดคะเนความสูง จากข้อมูลความยาวฝั่งเท้าขวา (เพศชาย)

3.5 การคาดคะเนความสูง จากข้อมูลความยาวฝั่งเท้าซ้าย (เพศหญิง)

3.6 การคาดคะเนความสูง จากข้อมูลความยาวฝั่งเท้าขวา (เพศหญิง)

3.7 การคาดคะเนเพศ จากข้อมูลขนาดรอยเท้าฝั่งเท้าซ้าย

3.8 การคาดคะเนเพศ จากข้อมูลขนาดรอยเท้าฝั่งเท้าขวา แสดงดังภาพที่ 43



ภาพที่ 43: Report ผลลัพธ์จาก robot 3RB_FootPrint.robot

4.3 ผลการสำรวจความพึงพอใจโปรแกรมประยุกต์บนเว็บแอปพลิเคชัน

หลังจากที่เจ้าหน้าที่ได้ทดลองใช้งานเว็บแอปพลิเคชันแล้ว เจ้าหน้าที่ได้ดำเนินการทำแบบสำรวจความพึงพอใจลงใน Google Form สำหรับการใช้งานเว็บแอปพลิเคชันคำนวณประเมินความสูงและเพศจากขนาดรองเท้า รอยพิมพ์ฝ่าเท้าและระยะก้าวเดิน ซึ่งผู้วิจัยได้สรุปผลในตารางที่ 10 ดังนี้

ตารางที่ 10 ผลการสำรวจความพึงพอใจในการใช้งานเว็บแอปพลิเคชันคำนวณประเมินความสูงและเพศ จากขนาดรองเท้า รอยพิมพ์ฝ่าเท้าและระยะก้าวเดิน

ผลสำรวจความพึงพอใจในการใช้เว็บแอพพลิเคชั่นคาดคะเนความสูงและเพศ			
รายการ	**ความคิดเห็น**		
	$\bar{X}$	$S.D.$	**ระดับความพึงพอใจ**
1. การออกแบบส่วนติดต่อกับผู้ใช้			
1.1 ความสวยงามของเว็บแอพลิเคชัน	4.1	0.72	มาก
1.2 ความง่ายต่อการเข้าใจ	4.25	0.55	มาก
1.3 ความง่ายต่อการใช้งาน	4.35	0.59	มาก
1.4 ความสะดวกรวดเร็วในการป้อนข้อมูล	4.45	0.51	มาก
1.5 ความรวดเร็วในการแสดงผล	4.8	0.41	มากที่สุด
2. คุณสมบัติและฟังก์ชัน			
2.1 ความครบถ้วนของเนื้อหาในเว็บแอพลิเคชัน	4.05	0.6	มาก
2.2 ความถูกต้องของคำศัพท์ในเว็บแอพลิเคชัน	4.65	0.49	มากที่สุด
3. การนำข้อมูลมาใช้			
3.1 ความรวดเร็วในการนำข้อมูลมาใช้งาน	4.5	0.51	มากที่สุด
4. เกี่ยวกับเว็บแอพลิเคชัน			
4.1 ความสะดวกในการเข้าใช้งาน	4.35	0.59	มาก
4.2 ข้อมูลเป็นประโยชน์ต่อการนำมาใช้งาน	4.2	0.62	มาก
โดยรวม	**4.35**	**0.6**	**มาก**

N = 20, ชาย = 12 คน, หญิง = 8 คน

จากตารางที่ 10 ผลการประเมินความพึงพอใจต่อแอปพลิเคชันสำหรับคำนวณประเมินความสูงและเพศพบว่า เจ้าหน้าที่ตำรวจสำนักงานพิสูจน์หลักฐานตำรวจ ที่ใช้งานเว็บแอปพลิเคชันสำหรับคำนวณประเมินความสูงและเพศ มีระดับความพึงพอใจโดยภาพรวมในระดับมาก ($\bar{X}$= 4.35, $S.D.$ = 0.60) ตามหัวข้อความพึงพอใจดังนี้

ความสวยงามของเว็บแอพลิเคชันอยู่ที่ระดับมาก ($\bar{X}$= 4.10, $S.D.$ = 0.72) ความง่ายต่อการเข้าใจอยู่ที่ระดับมาก ($\bar{X}$= 4.25, $S.D.$ = 0.55) ความง่ายต่อการใช้งานอยู่ที่ระดับมาก ($\bar{X}$= 4.35, $S.D.$ = 0.59) ความสะดวกรวดเร็วในการป้อนข้อมูลอยู่ที่ระดับมาก ($\bar{X}$= 4.45, $S.D.$ = 0.51) ความ

รวดเร็วในการแสดงผลอยู่ที่ระดับมากที่สุด ($\bar{X}$= 4.80, $S.D.$ = 0.41) ความครบถ้วนของเนื้อหาในเว็บแอพลิเคชันอยู่ที่ระดับมาก ($\bar{X}$= 4.05, $S.D.$ = 0.60) ความถูกต้องของคำศัพท์ในเว็บแอปพลิเคชันอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$= 4.65, $S.D.$ = 0.49) ความรวดเร็วในการนำข้อมูลมาใช้งานอยู่ที่ระดับมากที่สุด ($\bar{X}$= 4.50, $S.D.$ = 0.51) ความสะดวกในการเข้าใช้งานอยู่ที่ระดับมาก ($\bar{X}$= 4.35, $S.D.$ = 0.59) ข้อมูลเป็นประโยชน์ต่อการนำมาใช้งานอยู่ที่ระดับมาก ($\bar{X}$= 4.20, $S.D.$ = 0.62)

4.4 ผลวิเคราะห์การวัดค่าความแม่นยำและการวัดประสิทธิภาพตัวแบบสมการ โดยใช้การเรียนรู้ของเครื่อง

การวิเคราะห์การวัดค่าความแม่นยำและการวัดประสิทธิภาพตัวแบบสมการ โดยประยุกต์ใช้การเรียนรู้ด้วยเครื่อง จะทำการแบ่งข้อมูลเรียนรู้และชุดข้อมูลทดสอบ โดยจำทำการเลือกชุดทดสอบค่าที่มีค่าความแม่นยำมากที่สุด เพื่อใช้ในการทดสอบเปรียบเทียบกับข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้จากงานวิจัยต้นแบบ ในการพยากรณ์หาความแม่นยำและวัดประสิทธิภาพของแบบจำลองโมเดล แสดงดังตารางที่ 11 ดังนี้

ตารางที่ 11 ตารางการแบ่งชุดข้อมูลเรียนรู้และชุดข้อมูลทดสอบ

การคาดคะเน	การแบ่งชุดข้อมูล Train dataset : Test dataset	ค่าความแม่นยำ
ความสูง - ระยะก้าวเดินเพศชาย	70 : 30	R^2 = 0.8028
ความสูง - ระยะก้าวเดินเพศหญิง	40 : 60	R^2 = 0.9075
ความสูง - ความกว้างรองเท้าเพศชาย	40 : 60	R^2 = 0.8792
ความสูง - ความกว้างรองเท้าเพศหญิง	30 : 70	R^2 = 0.6802
ความสูง - ความยาวรองเท้าเพศชาย	20 : 80	R^2 = 0.8999
ความสูง - ความยาวรองเท้าเพศหญิง	80 : 20	R^2 = 0.8747
ความสูง - ไซน์รองเท้าเพศชาย	60 : 40	R^2 = 0.7238
ความสูง - ไซน์รองเท้าเพศหญิง	40 : 60	R^2 = 0.4505
ความสูง - ขนาดรองเท้า	20 : 80	R^2 = 0.9440
การคาดคะเนเพศ	70 : 30	Accuracy Score = 0.97

4.4.1 การคาดคะเนความสูงจากระยะก้าวเดิน (เพศชาย)

ดำเนินการ import อ่านข้อมูลไฟล์ CSV และทำการตรวจสอบข้อมูลกรณีเลือกเฉพาะเพศชายจำนวน 100 คน จากนั้นกำหนดตัวแปร x คือ ระยะก้าวเดินของเพศชาย และ y คือ ความสูง โดยทำการแบ่งข้อมูลชุดเรียนรู้ 70% และข้อมูลชุดทดสอบ 30% จากนั้นทำการหาค่า coefficient (ค่าจุดตัดแกน y) ค่า intercept (ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปร) และวัดค่าความแม่นยำของโมเดล แสดงดังภาพที่ 44

01คาดคะเนความสูงจากระยะก้าวเดิน - เพศชาย

หาความสัมพันธ์ระหว่างความสูงและระยะก้าวเดินของเพศชาย และทำการวัดประสิทธิภาพ โดยใช้ LinearRegression เปรียบเทียบกับ Polynomail Regression

```
#Step 1: Import the required modules
from matplotlib import pyplot as plt
import pandas as pd
import matplotlib.pyplot as plt
from sklearn.model_selection import train_test_split
from sklearn.feature_selection import RFE
from sklearn.linear_model import LinearRegression
from sklearn import metrics
import numpy as np
from sklearn.metrics import classification_report, confusion_matrix
#import Data ShoseSize Predict stature
dataset=pd.read_csv("https://raw.githubusercontent.com/TanTassawan/01DataSet/main/FootStep.csv")
datasetman=dataset[dataset["Sex"] == 1]
#Step 2: กำหนดตัวแปรโดยที่ x คือระยะก้าวเดินและ y คือ ความสูง
x= datasetman['Footstep'].values.reshape(-1,1)
y= datasetman['Stature'].values.reshape(-1,1)
#Step 3: อ่านข้อมูล Train = 70% (ให้เครื่องเรียนรู้) & Test = 30% (ทดสอบค่า) และ Model training and testing ด้วย .fit
x_train,x_test,y_train,y_test = train_test_split(x,y,test_size=0.3,random_state=1)
model=LinearRegression()
model.fit(x_train,y_train)
y_pred=model.predict(x_test)
#Step 4: วัดประสิทธิภาพ Model
print(model.intercept_)
print(model.coef_)
#แสดงค่าความแม่นยำด้วย R-Square หากมีค่าเป็น 1 แสดงว่าแม่นยำที่สุด
print("R-Square = ",metrics.r2_score(y_test,y_pred))
print("MAE = ",metrics.mean_absolute_error(y_test,y_pred))
print("MSE = ",metrics.mean_squared_error(y_test,y_pred))
print("RMSE = ",np.sqrt(metrics.mean_squared_error(y_test,y_pred)))
```

```
[150.12520646]
[[0.43304636]]
R-Square =  0.8028013952437665
MAE =  1.9425874033275836
MSE =  6.803132754529217
RMSE =  2.6082815711746337
```

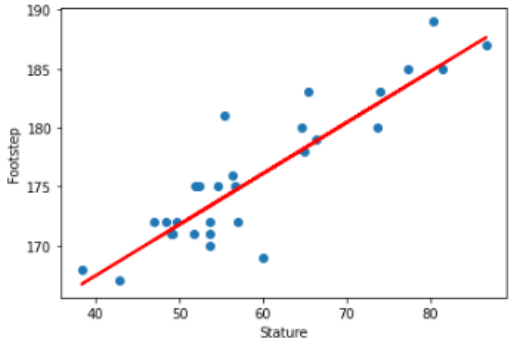
ภาพที่ 44: การวัดค่าความแม่นยำของโมเดลของการคาดคะเนความสูงจากระยะก้าวเดินเพศชาย

จากการหาค่าของ coefficient และ intercept ก็จะได้สมการเส้นตรงที่เป็นโมเดลของชุดข้อมูลนี้ นั่นก็คือ $y = 0.43x + 150.13$ สำหรับค่า R^2 เมื่อทำการเทียบกับข้อมูลทดสอบ 30 ตัวอย่างมีความแม่นยำ 80.28% และค่า MEA เท่ากับ 1.94 ค่า MSE เท่ากับ 6.80 และค่า RMSE เท่ากับ 2.68 โดยที่ค่ายิ่งน้อยแสดงว่าคลาดเคลื่อนน้อย มีความแม่นยำสูง

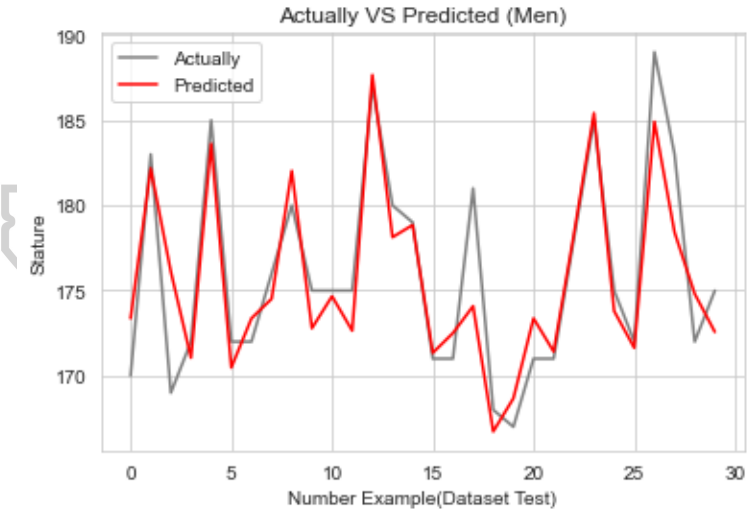
จากนั้นทำการพล็อตกราฟดูสมการโมเดลเมื่อเทียบกับข้อมูลจริง โดยการเรียกโมเดล .predict(x_test) โดยใส่ข้อมูล x_test ลงไป เพื่อให้โมเดลพยากรณ์ค่า y ออกมาเป็นเส้นตรง กำหนดผลที่ได้ลงไปใน Object y_pred จากนั้นเอา y_pred ไปพล็อตในแกน y

เป็นเส้นตรงเมื่อเทียบกับ x_test ก็จะได้ฟังก์ชันเส้นตรงของโมเดล โดยเส้นสีแดงคือสมการที่ทำนายได้ จุดสีน้ำเงินคือชุดข้อมูลทดสอบ แสดงดังภาพที่ 45 จากนั้นได้ทำการพล็อตกราฟแสดงความคลาดเคลื่อนระหว่างชุดข้อมูลจริงและชุดข้อมูลทดสอบ แสดงดังภาพที่ 46

```
#Step 5:Data Visualization พล็อตกราฟเส้นสมการ Model โดยที่เส้นสีแดงคือสมการที่ทำนายได้
y_pred=model.predict(x_test)
plt.scatter(x_test,y_test)
plt.plot(x_test,y_pred,color="red",linewidth=2)
plt.ylabel('Footstep')
plt.xlabel('Stature')
plt.show()
```



ภาพที่ 45: กราฟสมการโมเดลเปรียบเทียบกับข้อมูลตัวอย่างเพศชาย



ภาพที่ 46: กราฟแสดงความคลาดเคลื่อนระหว่างข้อมูลจริงและข้อมูลที่ทำนายของระยะก้าวเดินกับความสูงเพศชาย

จากภาพที่ 45 จะเห็นว่าเส้นฟังก์ชันโมเดลเส้นสีแดง ลากผ่านกลุ่มข้อมูลตัวอย่างในตำแหน่งที่เหมาะสมและจากภาพที่ 46 กราฟแสดงถึงความคลาดเคลื่อนระหว่างชุดข้อมูลจริงและชุดข้อมูลทดสอบ ซึ่งลักษณะของกราฟไม่แตกต่างกันมาก เป็นการยืนยันให้เห็นว่าโมเดลมีความแม่นยำสูง

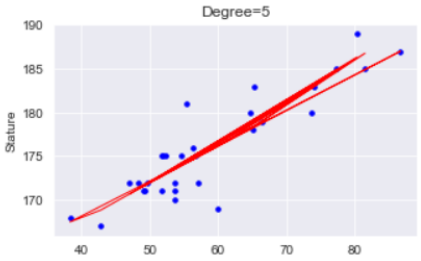
จากนั้นผู้วิจัยจึงได้ทำการนำตัวแบบของ Polynomial regression ซึ่งเป็นการสร้างสมการเส้นโค้งให้ใกล้เคียงกับแนวข้อมูล จากการศึกษาซึ่งได้ผลการทำนายที่คลาดเคลื่อนน้อยกว่าและแม่นยำกว่านำมาใช้กับโมเดลการคาดคะเนความสูงจากระยะก้าวเดินของเพศชาย ผู้วิจัยได้ดำเนินการเพิ่ม Degree เริ่มต้นที่ 2-5 เปรียบเทียบกับตัวแบบของ Linear regression แสดงดังตารางที่ 12

ตารางที่ 12 การวัดประสิทธิภาพการคาดคะเนความสูงจากระยะก้าวเดินของเพศชาย

การวัดประสิทธิภาพคาดคะเนความสูงจากระยะก้าวเดิน - เพศชาย				
Case	R^2	MAE	MSE	RMSE
Linear	0.8028	1.9425	6.8031	2.6082
degree=2	0.8065	1.9270	6.6747	2.5835
degree=3	0.8078	1.8921	6.6297	2.5748
degree=4	0.8097	1.8793	6.5642	2.5620
degree=5	0.8110	1.8364	6.5177	2.5529

การวิเคราะห์วัดประสิทธิภาพโมเดลด้วย Polynomial Regression การวัดประสิทธิภาพคาดคะเนความสูงจากระยะก้าวเดินของเพศชาย ผลดำเนินการจากการเพิ่ม Degree ค่าความแม่นยำที่ degree เท่ากับ 5 มีค่าความแม่นยำสูงถึง 81.10% ซึ่งมากกว่าการวัดประสิทธิภาพด้วย Linear regression ที่มีค่าความแม่นยำ 80.28% แต่น้อยกว่างานวิจัยต้นแบบซึ่งมีค่าความแม่นยำ 81.50% แสดงการวิเคราะห์วัดประสิทธิภาพค่าความแม่นยำที่ degree เท่ากับ 5 จะทำการแสดงกราฟเส้นสมการ โมเดล เทียบกับข้อมูลชุดทดสอบ แสดงดังภาพที่ 47

```
R-Square =  0.8110726207252469
MAE =  1.8364104496436633
MSE =  6.517784665668675
RMSE =  2.5529952341648965
```



ภาพที่ 47: การวัดประสิทธิภาพการคาดคะเนความสูงจากระยะก้าวเดินเพศชายด้วย Polynomial Regression

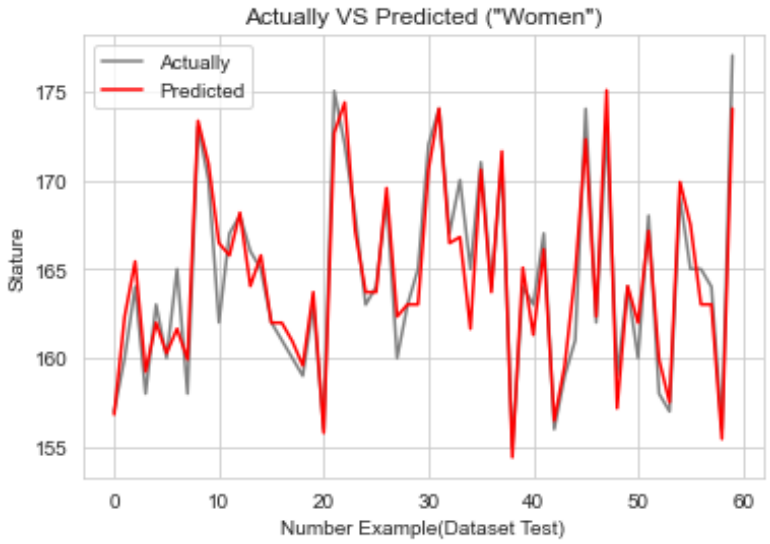
4.4.2 การคาดคะเนความสูงจากระยะก้าวเดิน (เพศหญิง)

ในส่วนของการคาดคะเนความสูงจากระยะก้าวเดินของเพศหญิง มีลักษณะขั้นตอนเหมือนกับเพศชาย โดยทำการเลือกเฉพาะเพศหญิงจำนวน 100 คน จากนั้นทำการแบ่งข้อมูลชุดเรียนรู้ 40% และข้อมูลชุดทดสอบ 60% จากการหาค่าของ coefficient และ intercept ก็จะได้สมการเส้นตรงที่เป็นโมเดลของชุดข้อมูล นั่นก็คือ $y = 1.03x + 105.94$ สำหรับค่า R^2 เมื่อทำการเทียบกับข้อมูลทดสอบ 60 ตัวอย่างมีความแม่นยำ 90.75% และค่า MEA เท่ากับ 1.27 ค่า MSE เท่ากับ 2.69 และค่า RMSE เท่ากับ 1.64 แสดงดังภาพที่ 48 และกราฟแสดงความคลาดเคลื่อนระหว่างชุดข้อมูลจริงและชุดข้อมูลทดสอบ แสดงดังภาพที่ 49

```
#import Data ShoseSize Predict stature
dataset=pd.read_csv("https://raw.githubusercontent.com/TanTassawan/01DataSet/main/FootStep.csv")
datasetwomen=dataset[dataset["Sex"] == 2]
#Step 2: กำหนดตัวแปรโดยที่ x คือระยะก้าวเดินและ y คือ ความสูง
x= datasetwomen['Footstep'].values.reshape(-1,1)
y= datasetwomen['Stature'].values.reshape(-1,1)
#Step 3: อ่านข้อมูล Train = 40% (ให้เครื่องเรียนรู้) & Test = 60% (ทดสอบค่า) และ Model training and testing ด้วย .fit
x_train,x_test,y_train,y_test = train_test_split(x,y,test_size=0.6,random_state=1)
model=LinearRegression()
model.fit(x_train,y_train)
y_pred=model.predict(x_test)
#Step 4: วัดประสิทธิภาพ Model
print(model.intercept_)
print(model.coef_)
#แสดงค่าความแม่นย่าด้วย R-Square หากมีค่าเป็น 1 แสดงว่าแม่นย่าที่สุด
print("R-Square = ",metrics.r2_score(y_test,y_pred))
print("MAE = ",metrics.mean_absolute_error(y_test,y_pred))
print("MSE = ",metrics.mean_squared_error(y_test,y_pred))
print("RMSE = ",np.sqrt(metrics.mean_squared_error(y_test,y_pred)))
```

```
[105.9392143]
[[1.03149155]]
R-Square =  0.9075015647637285
MAE =  1.2748453727045164
MSE =  2.6866684394570823
RMSE =  1.6391059878656664
```

ภาพที่ 48: การวัดค่าความแม่นยำของโมเดลของการคาดคะเนความสูงจากระยะก้าวเดินเพศหญิง



ภาพที่ 49: กราฟแสดงความคลาดเคลื่อนระหว่างข้อมูลจริงและข้อมูลที่ทำนายของความสูงกับระยะก้าวเดินเพศหญิง

จากการวิเคราะห์วัดประสิทธิภาพโมเดลด้วย Polynomial Regression การวัดประสิทธิภาพคาดคะเนความสูงจากระยะก้าวเดินของเพศหญิง ผลดำเนินการจากการเพิ่ม Degree ค่าความแม่นยำที่ degree เท่ากับ 5 มีค่าความแม่นยำสูงถึง 91.26% ซึ่งมากกว่าการวัดประสิทธิภาพด้วย Linear regression ที่มีค่าความแม่นยำ 90.75% และมากกว่างานวิจัยต้นแบบซึ่งมีค่าความแม่นยำ 91.05% แสดงดังตารางที่ 13

ตารางที่ 13 การวัดประสิทธิภาพการคาดคะเนความสูงจากระยะก้าวเดินของเพศหญิง

การวัดประสิทธิภาพคาดคะเนความสูงจากระยะก้าวเดิน - เพศหญิง				
Case	R^2	MAE	MSE	RMSE
Linear	0.9075	1.2748	2.6866	1.6391
degree=2	0.9077	1.2715	2.6790	1.6367
degree=3	0.9085	1.2442	2.6566	1.6299
degree=4	0.9089	1.2610	2.6453	1.6264
degree=5	0.9126	1.2400	2.5367	1.5927

4.4.3 การคาดคะเนความสูงจากความกว้างของรองเท้า (เพศชาย)

ดำเนินการ import อ่านข้อมูลไฟล์ CSV และทำการตรวจสอบข้อมูลกรณีเลือกเฉพาะเพศชายจำนวน 100 คน จากนั้นกำหนดตัวแปร x คือ ความกว้างรองเท้าของเพศชาย

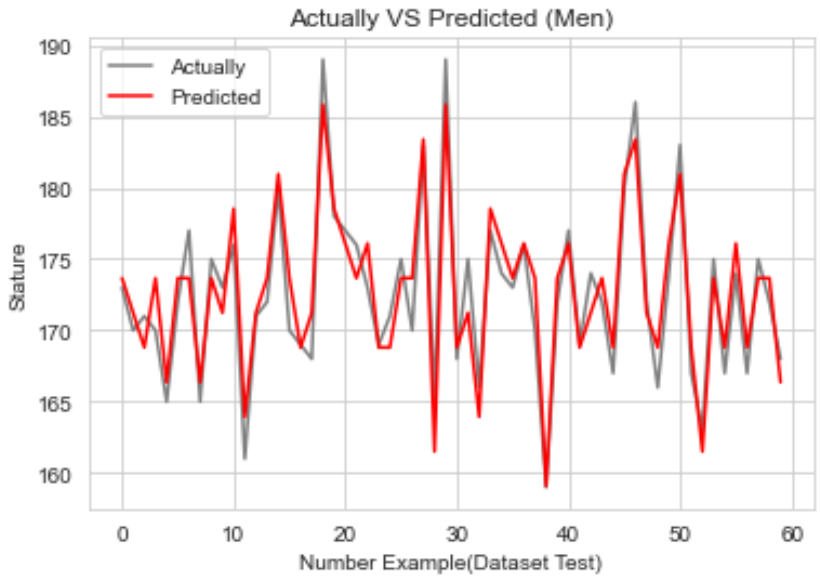
และ y คือ ความสูง โดยทำการแบ่งข้อมูลชุดเรียนรู้ 40% และข้อมูลชุดทดสอบ 60% จากการหาค่าของ coefficient และ intercept ก็จะได้สมการเส้นตรงที่เป็นโมเดลของชุดข้อมูล นั่นก็คือ $y = 4.86x + 115.30$ สำหรับค่า R^2 เมื่อทำการเทียบกับข้อมูลทดสอบ 60 ตัวอย่างมีความแม่นยำ 87.92% และค่า MEA เท่ากับ 1.93 ค่า MSE เท่ากับ 5.12 และค่า RMSE เท่ากับ 2.26 แสดงดังภาพที่ 50 และกราฟแสดงความคลาดเคลื่อนระหว่างชุดข้อมูลจริงและชุดข้อมูลทดสอบ แสดงดังภาพที่ 51

```
#import Data ShoseSize Predict stature
dataset=pd.read_csv("https://raw.githubusercontent.com/TanTassawan/01DataSet/main/ShoseSize.csv")
datasetman=dataset[dataset["Sex"] == 1]
#Step 2: กำหนดตัวแปรโดยที่ x คือความกว้างรองเท้า และ y คือ ความสูง
x=datasetman['Width'].values.reshape(-1,1)
y= datasetman['Stature'].values.reshape(-1,1)
#Step 3: อ่านข้อมูล Train 40% (ให้เครื่องเรียนรู้) & Test = 60% (ทดสอบค่า) และ Model training and testing ด้
x_train,x_test,y_train,y_test = train_test_split(x,y,test_size=0.6,random_state=1)
model=LinearRegression()
model.fit(x_train,y_train)
y_pred=model.predict(x_test)
#Step 4: วัดประสิทธิภาพ Model
print(model.intercept_)
print(model.coef_)
#แสดงค่าความแม่นยำด้วย R-Square
print("R-Square = ",metrics.r2_score(y_test,y_pred))
print("MAE = ",metrics.mean_absolute_error(y_test,y_pred))
print("MSE = ",metrics.mean_squared_error(y_test,y_pred))
print("RMSE = ",np.sqrt(metrics.mean_squared_error(y_test,y_pred)))
```

```
[115.30097291]
[[4.8638979]]
R-Square =  0.8792601249032858
MAE =  1.8090229103462714
MSE =  4.35666362088558
RMSE =  2.0872622309823887
```

ภาพที่ 50: การวัดค่าความแม่นยำของโมเดลของการคาดคะเนความสูงจากความกว้างรองเท้าเพศชาย

มหาวิทยาลัยศิลปากร



ภาพที่ 51: กราฟแสดงความคลาดเคลื่อนระหว่างข้อมูลจริงและข้อมูลที่ทำนายของความสูงกับความกว้างรองเท้าเพศชาย

การวิเคราะห์วัดประสิทธิภาพโมเดลด้วย Polynomial Regression การวัดประสิทธิภาพคาดคะเนความสูงจากความกว้างของรองเท้าเพศชาย ผลดำเนินการจากการเพิ่ม Degree เริ่มต้นที่ 2-5 ค่าความแม่นยำที่ degree เท่ากับ 5 มีค่าความแม่นยำสูงถึง 90.05% ซึ่งมากกว่าการวัดประสิทธิภาพด้วย Linear regression ที่มีค่าความแม่นยำ 87.92% และมากกว่างานวิจัยต้นแบบซึ่งมีค่าความแม่นยำ 89.98% แสดงดังตารางที่ 14

ตารางที่ 14 การวัดประสิทธิภาพการคาดคะเนความสูงจากความกว้างของรองเท้าเพศชาย

การวัดประสิทธิภาพคาดคะเนความสูงจากความกว้างรองเท้า - เพศชาย				
Case	R^2	MAE	MSE	RMSE
Linear	0.8792	1.8090	4.3566	2.0872
degree=2	0.8952	1.6834	3.7799	1.9442
degree=3	0.8994	1.6110	3.6265	1.9043
degree=4	0.9004	1.6051	3.5932	1.8955
degree=5	0.9005	1.6017	3.5890	1.8944

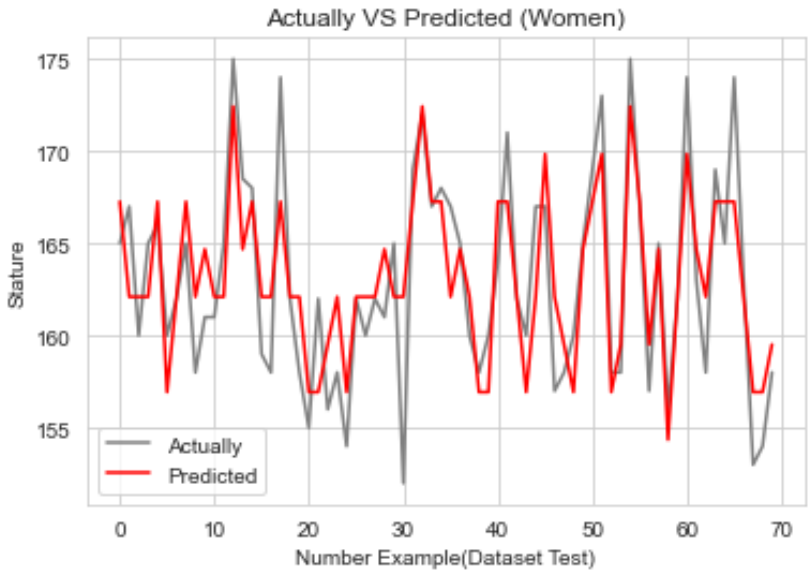
4.4.4 การคาดคะเนความสูงจากความกว้างของรองเท้า (เพศหญิง)

การคาดคะเนความสูงจากความกว้างของรองเท้าเพศหญิง มีลักษณะขั้นตอนเหมือนกับเพศชาย โดยทำการเลือกเฉพาะเพศหญิงจำนวน 100 คน โดยทำการแบ่งข้อมูลชุดเรียนรู้ 30% และข้อมูลชุดทดสอบ 70% จากการหาค่าของ coefficient และ intercept ก็จะได้สมการเส้นตรงที่เป็นโมเดลของชุดข้อมูล นั่นก็คือ $y = 5.16x + 110.46$ สำหรับค่า R^2 เมื่อทำการเทียบกับข้อมูลทดสอบ 70 ตัวอย่างมีความแม่นยำ 68.02% และค่า MEA เท่ากับ 2.57 ค่า MSE เท่ากับ 10.01 และค่า RMSE เท่ากับ 3.16 แสดงดังภาพที่ 52 และกราฟแสดงความคลาดเคลื่อนระหว่างชุดข้อมูลจริงและชุดข้อมูลทดสอบ แสดงดังภาพที่ 53

```
#import Data ShoseSize Predict stature
dataset=pd.read_csv("https://raw.githubusercontent.com/TanTassawan/01DataSet/main/ShoseSize.csv")
datasetwomen=dataset[dataset["Sex"] == 2]
#Step 2: กำหนดตัวแปรโดยที่ x คือความกว้างรองเท้า และ y คือ ความสูง
x= datasetwomen['Width'].values.reshape(-1,1)
y= datasetwomen['Stature'].values.reshape(-1,1)
#Step 3: อ่านข้อมูล Train 30% (ให้เครื่องเรียนรู้) & Test = 70% (ทดสอบค่า) และ Model training and testing ด้วย .fit
x_train,x_test,y_train,y_test = train_test_split(x,y,test_size=0.7,random_state=1)
model=LinearRegression()
model.fit(x_train,y_train)
y_pred=model.predict(x_test)
#Step 4: วัดประสิทธิภาพ Model
print(model.intercept_)
print(model.coef_)
#แสดงค่าความแม่นย่าด้วย R-Square
print("R-Square = ",metrics.r2_score(y_test,y_pred))
print("MAE = ",metrics.mean_absolute_error(y_test,y_pred))
print("MSE = ",metrics.mean_squared_error(y_test,y_pred))
print("RMSE = ",np.sqrt(metrics.mean_squared_error(y_test,y_pred)))
```

```
[110.46474359]
[[5.16346154]]
R-Square =  0.6802233115717924
MAE =  2.5686355311355324
MSE =  10.00974452897531
RMSE =  3.163818030319587
```

ภาพที่ 52: การวัดค่าความแม่นยำของโมเดลของการคาดคะเนความสูงจากความกว้างรองเท้าเพศหญิง



ภาพที่ 53: กราฟแสดงความคลาดเคลื่อนระหว่างข้อมูลจริงและข้อมูลที่ทำนายของความสูงกับความกว้างรองเท้าเพศหญิง

จากการวิเคราะห์วัดประสิทธิภาพโมเดลด้วย Polynomial Regression การวัดประสิทธิภาพคาดคะเนความสูงจากความกว้างของรองเท้าเพศชาย ผลดำเนินการจากการเพิ่ม Degree เริ่มต้นที่ 2-5 ค่าความแม่นยำที่ degree เท่ากับ 5 มีค่าความแม่นยำ 71.10% ซึ่งมากกว่าการวัดประสิทธิภาพด้วย Linear regression ที่มีค่าความแม่นยำ 68.02% แต่น้อยกว่างานวิจัยต้นแบบซึ่งมีค่าความแม่นยำ 72.96% แสดงดังตารางที่ 15

ตารางที่ 15 การวัดประสิทธิภาพการคาดคะเนความสูงจากความกว้างของรองเท้าเพศหญิง

การวัดประสิทธิภาพคาดคะเนความสูงจากความกว้างรองเท้า - เพศหญิง				
Case	R^2	MAE	MSE	RMSE
Linear	0.6802	2.5686	10.0097	3.1638
degree=2	0.7025	2.4625	9.3106	3.0513
degree=3	0.7098	2.4318	9.0812	3.0135
degree=4	0.7103	2.4280	9.0657	3.0109
degree=5	0.7110	2.4132	9.0444	3.0074

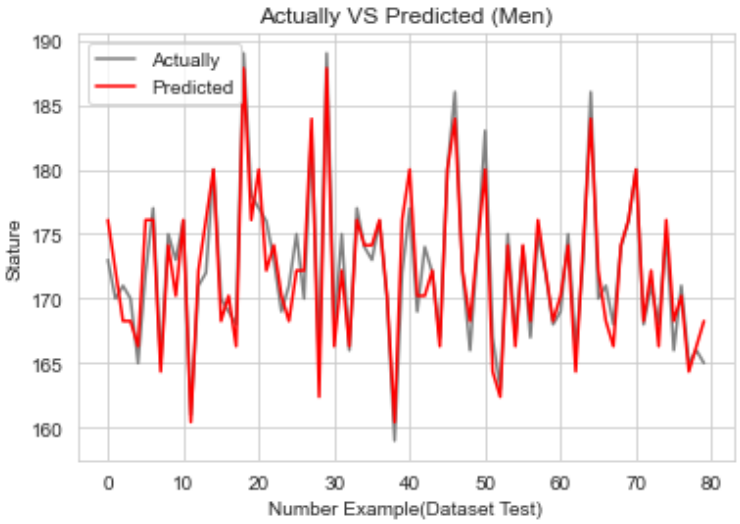
4.4.5 การคาดคะเนความสูงจากความยาวของรองเท้า (เพศชาย)

ดำเนินการ import อ่านข้อมูลไฟล์ CSV และทำการตรวจสอบข้อมูลกรณีเลือกเฉพาะเพศชายจำนวน 100 คน จากนั้นกำหนดตัวแปร x คือ ความยาวรองเท้าของเพศชาย และ y คือ ความสูง โดยทำการแบ่งข้อมูลชุดเรียนรู้ 20% และข้อมูลชุดทดสอบ 80% จากการหาค่าของ coefficient และ intercept ก็จะได้สมการเส้นตรงที่เป็นโมเดลของชุดข้อมูล นั่นก็คือ $y = 3.91x + 58.67$ สำหรับค่า R^2 เมื่อทำการเทียบกับข้อมูลทดสอบ 80 ตัวอย่างมีความแม่นยำ 89.99% และค่า MEA เท่ากับ 1.47 ค่า MSE เท่ากับ 3.43 และค่า RMSE เท่ากับ 1.85 แสดงดังภาพที่ 54 และกราฟแสดงความคลาดเคลื่อนระหว่างชุดข้อมูลจริงและชุดข้อมูลทดสอบ แสดงดังภาพที่ 55

```
dataset=pd.read_csv("https://raw.githubusercontent.com/TanTassawan/01DataSet/main/ShoseSize.csv")
datasetman=dataset[dataset["Sex"] == 1]
#Step 2: กำหนดตัวแปรโดยที่ x คือความยาวรองเท้า และ y คือ ความสูง
x= datasetman['Length'].values.reshape(-1,1)
y= datasetman['Stature'].values.reshape(-1,1)
#Step 3: อ่านข้อมูล Train 20% (ให้เครื่องเรียนรู้) & Test = 80% (ทดสอบค่า) และ Model training and testing ด้วย .f
x_train,x_test,y_train,y_test = train_test_split(x,y,test_size=0.8,random_state=1)
model=LinearRegression()
model.fit(x_train,y_train)
y_pred=model.predict(x_test)
#Step 4: วัดประสิทธิภาพ Model
print(model.intercept_)
print(model.coef_)
#แสดงค่าความแม่นยำด้วย R-Square
print("R-Square = ",metrics.r2_score(y_test,y_pred))
print("MAE = ",metrics.mean_absolute_error(y_test,y_pred))
print("MSE = ",metrics.mean_squared_error(y_test,y_pred))
print("RMSE = ",np.sqrt(metrics.mean_squared_error(y_test,y_pred)))
```

```
[58.66781116]
[[3.91416309]]
R-Square =  0.899991763269965
MAE =  1.4753218884120158
MSE =  3.4347203853450936
RMSE =  1.8532998638496399
```

ภาพที่ 54: การวัดค่าความแม่นยำของโมเดลของการคาดคะเนความสูงจากความยาวรองเท้าเพศชาย



ภาพที่ 55: กราฟแสดงความคลาดเคลื่อนระหว่างข้อมูลจริงและข้อมูลที่ทำนายของความสูงกับความยาวรองเท้าเพศชาย

จากการวิเคราะห์วัดประสิทธิภาพโมเดลด้วย Polynomial Regression การวัดประสิทธิภาพคาดคะเนความสูงจากความกว้างของรองเท้าเพศชาย ผลดำเนินการจากการเพิ่ม Degree เริ่มต้นที่ 2-5 ค่าความแม่นยำที่ degree เท่ากับ 5 มีค่าความแม่นยำสูงถึง 90.57% ซึ่งมากกว่าการวัดประสิทธิภาพด้วย Linear regression ที่มีค่าความแม่นยำ 89.99% และมากกว่างานวิจัยต้นแบบซึ่งมีค่าความแม่นยำ 90.45% แสดงดังตารางที่ 16

ตารางที่ 16 การวัดประสิทธิภาพการคาดคะเนความสูงจากความยาวของรองเท้าเพศชาย

การวัดประสิทธิภาพคาดคะเนความสูงจากความยาวรองเท้า - เพศชาย				
Case	R^2	MAE	MSE	RMSE
Linear	0.8999	1.4753	3.4347	1.8532
degree=2	0.9048	1.5004	3.5593	1.8866
degree=3	0.9053	1.5054	3.5407	1.8816
degree=4	0.9056	1.4974	3.5299	1.8788
degree=5	0.9057	1.5046	3.5286	1.8784

4.4.6 การคาดคะเนความสูงจากความยาวของรองเท้า (เพศหญิง)

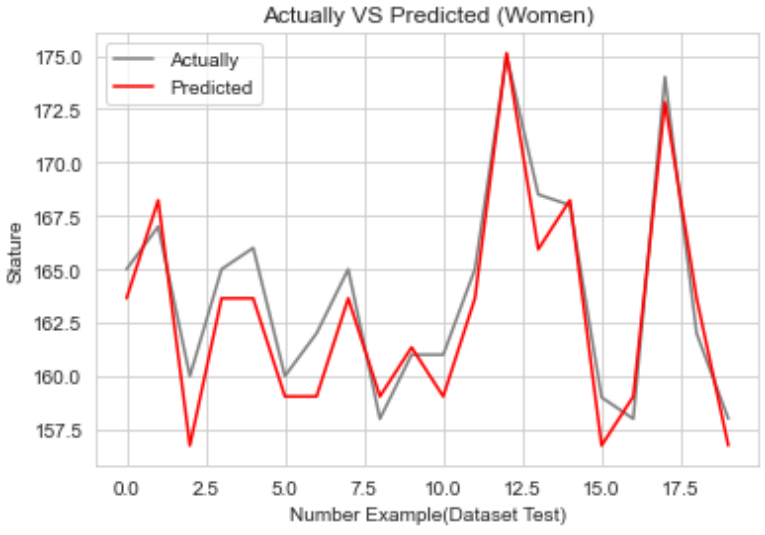
การคาดคะเนความสูงจากความยาวของรองเท้าเพศหญิง มีลักษณะขั้นตอนเหมือนกับเพศชาย โดยทำการเลือกเฉพาะเพศหญิงจำนวน 100 คน โดยทำการแบ่งข้อมูลชุด

เรียนรู้ 80% และข้อมูลชุดทดสอบ 20% จากการหาค่าของ coefficient และ intercept ก็จะได้สมการเส้นตรงที่เป็นโมเดลของชุดข้อมูล นั่นก็คือ $y = 4.59x + 39.63$ สำหรับค่า R^2 เมื่อทำการเทียบกับข้อมูลทดสอบ 20 ตัวอย่างมีความแม่นยำ 87.47% และค่า MEA เท่ากับ 1.49 ค่า MSE เท่ากับ 2.91 และค่า RMSE เท่ากับ 1.71 แสดงดังภาพที่ 56 และกราฟแสดงความคลาดเคลื่อนระหว่างชุดข้อมูลจริงและชุดข้อมูลทดสอบ แสดงดังภาพที่ 57

```
dataset=pd.read_csv("https://raw.githubusercontent.com/TanTassawan/01DataSet/main/ShoseSize.csv")
datasetwoman=dataset[dataset["Sex"] == 2]
#Step 2: กำหนดตัวแปรโดยที่ x คือความยาวรองเท้า และ y คือ ความสูง
x= datasetwoman['Length'].values.reshape(-1,1)
y= datasetwoman['Stature'].values.reshape(-1,1)
#Step 3: อ่านข้อมูล Train 80% (ให้เครื่องเรียนรู้) & Test = 20% (ทดสอบค่า) และ Model training and testing ด้วย .f
x_train,x_test,y_train,y_test = train_test_split(x,y,test_size=0.2,random_state=1)
model=LinearRegression()
model.fit(x_train,y_train)
y_pred=model.predict(x_test)
#Step 4: วัดประสิทธิภาพ Model
print(model.intercept_)
print(model.coef_)
#แสดงค่าความแม่นยำด้วย R-Square
print("R-Square = ",metrics.r2_score(y_test,y_pred))
print("MAE = ",metrics.mean_absolute_error(y_test,y_pred))
print("MSE = ",metrics.mean_squared_error(y_test,y_pred))
print("RMSE = ",np.sqrt(metrics.mean_squared_error(y_test,y_pred)))
```

```
[39.62568009]
[[4.59303591]]
R-Square =  0.8747818609095352
MAE =  1.4912676822633215
MSE =  2.9109304271686485
RMSE =  1.7061449021606132
```

ภาพที่ 56: การวัดค่าความแม่นยำของโมเดลของการคาดคะเนความสูงจากความยาวรองเท้าเพศหญิง



ภาพที่ 57: กราฟแสดงความคลาดเคลื่อนระหว่างข้อมูลจริงและข้อมูลที่ทำนายของความสูงกับความยาวรองเท้าเพศหญิง

จากการวิเคราะห์วัดประสิทธิภาพโมเดลด้วย Polynomial Regression การวัดประสิทธิภาพคาดคะเนความสูงจากความกว้างของรองเท้าเพศหญิง ผลการดำเนินงานพบว่าการเพิ่ม Degree เริ่มต้นที่ 2-5 ค่าความแม่นยำที่ degree เท่ากับ 5 มีค่าความแม่นยำ 93.16% ซึ่งมากกว่าการวัดประสิทธิภาพด้วย Linear regression ที่มีค่าความแม่นยำ 87.47% และงานวิจัยต้นแบบซึ่งมีค่าความแม่นยำ 91.05% แสดงดังตารางที่ 17

ตารางที่ 17 การวัดประสิทธิภาพการคาดคะเนความสูงจากความยาวของรองเท้าเพศหญิง

การวัดประสิทธิภาพคาดคะเนความสูงจากความยาวรองเท้า - เพศหญิง				
Case	R^2	MAE	MSE	RMSE
Linear	0.8747	1.4912	2.9109	1.7061
degree=2	0.9202	1.1725	1.8530	1.3612
degree=3	0.9221	1.1554	1.8103	1.3454
degree=4	0.9259	1.1292	1.7225	1.3124
degree=5	0.9316	0.9984	1.5891	1.2606

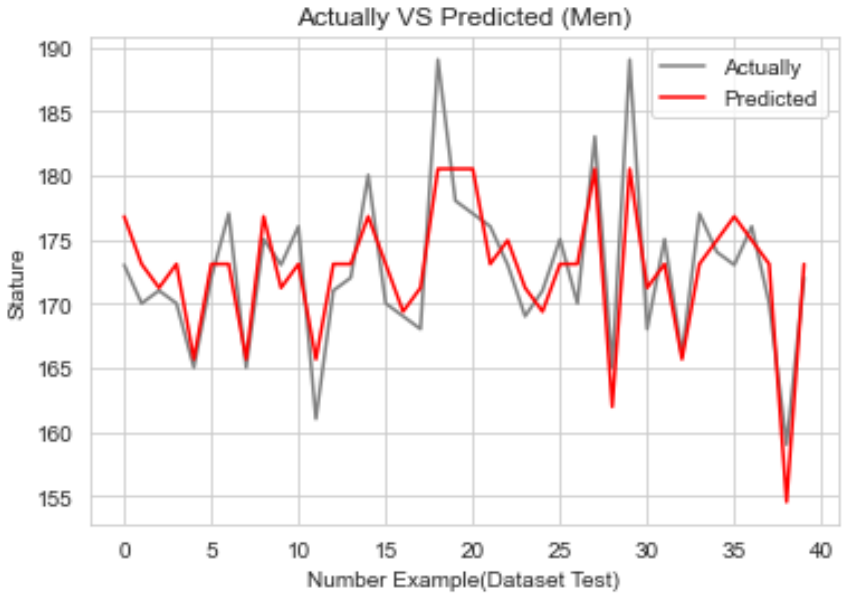
4.4.7 การคาดคะเนความสูงจากขนาดของรองเท้า (เพศชาย)

ดำเนินการ import อ่านข้อมูลไฟล์ CSV และทำการตรวจสอบข้อมูลกรณีเลือกเฉพาะเพศชายจำนวน 100 คน จากนั้นกำหนดตัวแปร x คือ ขนาดรองเท้าของเพศชาย และ y คือ ความสูง โดยทำการแบ่งข้อมูลชุดเรียนรู้ 60% และข้อมูลชุดทดสอบ 40% จากการหาค่าของ coefficient และ intercept ก็จะได้สมการเส้นตรงที่เป็นโมเดลของชุดข้อมูล นั่นก็คือ $y = 3.71x + 13.58$ สำหรับค่า R^2 เมื่อทำการเทียบกับข้อมูลทดสอบ 40 ตัวอย่างมีความแม่นยำ 72.38% และค่า MEA เท่ากับ 2.67 ค่า MSE เท่ากับ 10.28 และค่า RMSE เท่ากับ 3.21 แสดงดังภาพที่ 58 และกราฟแสดงความคลาดเคลื่อนระหว่างชุดข้อมูลจริงและชุดข้อมูลทดสอบ แสดงดังภาพที่ 59

```
#import Data ShoseSize Predict stature
dataset=pd.read_csv("https://raw.githubusercontent.com/TanTassawan/01DataSet/main/ShoseSize.csv")
datasetman=dataset[dataset["Sex"] == 1]
#Step 2: กำหนดตัวแปรโดยที่ x คือไซซ์รองเท้า และ y คือ ความสูง
x= datasetman['Shoe size'].values.reshape(-1,1)
y= datasetman['Stature'].values.reshape(-1,1)
#Step 3: อ่านข้อมูล Train 60% (ให้เครื่องเรียนรู้) & Test = 40% (ทดสอบค่า) และ Model training and testing ด้วย .f
x_train,x_test,y_train,y_test = train_test_split(x,y,test_size=0.4,random_state=1)
model=LinearRegression()
model.fit(x_train,y_train)
y_pred=model.predict(x_test)
#Step 4: วัดประสิทธิภาพ Model
print(model.intercept_)
print(model.coef_)
#แสดงค่าความแม่นยำด้วย R-Square
print("R-Square = ",metrics.r2_score(y_test,y_pred))
print("MAE = ",metrics.mean_absolute_error(y_test,y_pred))
print("MSE = ",metrics.mean_squared_error(y_test,y_pred))
print("RMSE = ",np.sqrt(metrics.mean_squared_error(y_test,y_pred)))
```

```
[13.57996916]
[[3.70899916]]
R-Square =  0.7238807877016673
MAE =  2.6665615363050215
MSE =  10.283887487543716
RMSE =  3.2068500880994915
```

ภาพที่ 58: การวัดค่าความแม่นยำของโมเดลของการคาดคะเนความสูงจากขนาดรองเท้าเพศชาย



ภาพที่ 59: กราฟแสดงความคลาดเคลื่อนระหว่างข้อมูลจริงและข้อมูลที่ทำนายของความสูงกับขนาดรองเท้าเพศชาย

จากการวิเคราะห์วัดประสิทธิภาพโมเดลด้วย Polynomial Regression การวัดประสิทธิภาพคาดคะเนความสูงจากขนาดรองเท้าเพศชาย ผลดำเนินการจากการเพิ่ม Degree เริ่มต้นที่ 2-5 ค่าความแม่นยำที่ degree เท่ากับ 5 มีค่าความแม่นยำสูง 78.11% ซึ่ง

มากกว่าการวัดประสิทธิภาพด้วย Linear regression ที่มีค่าความแม่นยำ 72.38% และมากกว่างานวิจัยต้นแบบซึ่งมีค่าความแม่นยำ 73.16% แสดงดังตารางที่ 18

ตารางที่ 18 การวัดประสิทธิภาพการคาดคะเนความสูงจากขนาดรองเท้าเพศชาย

การวัดประสิทธิภาพคาดคะเนความสูงจากไซน์รองเท้า - เพศชาย				
Case	R^2	MAE	MSE	RMSE
Linear	0.7238	2.6665	10.2838	3.2068
degree=2	0.7644	2.4366	8.7718	2.9617
degree=3	0.7656	2.3982	8.7291	2.9545
degree=4	0.7673	2.3836	8.6653	2.9436
degree=5	0.7811	2.3154	8.1505	2.8549

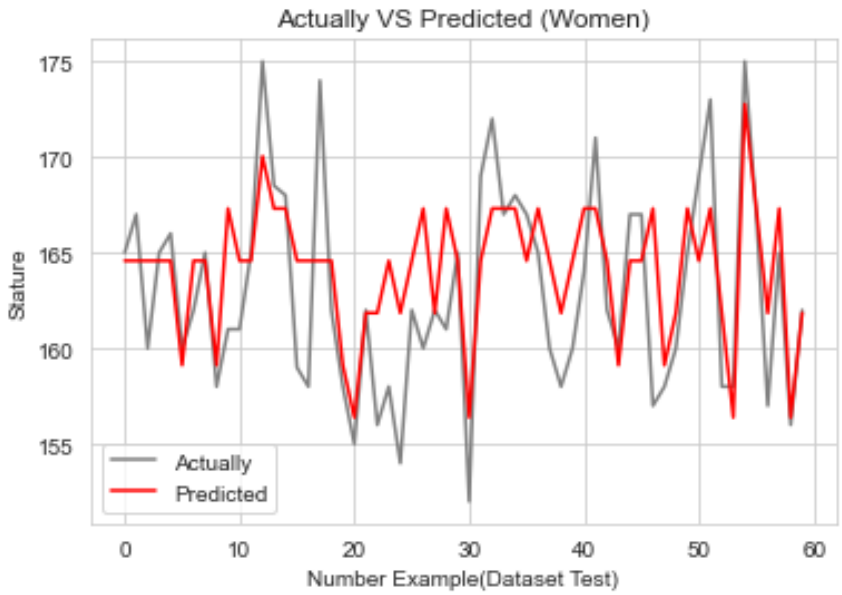
4.4.8 การคาดคะเนความสูงจากขนาดของรองเท้า (เพศหญิง)

การคาดคะเนความสูงจากความยาวของรองเท้าเพศหญิง มีลักษณะขั้นตอนเหมือนกับเพศชาย โดยทำการเลือกเฉพาะเพศหญิงจำนวน 100 คน โดยทำการแบ่งข้อมูลชุดเรียนรู้ 40% และข้อมูลชุดทดสอบ 60% จากการหาค่าของ coefficient และ intercept ก็จะได้สมการเส้นตรงที่เป็นโมเดลของชุดข้อมูล นั่นก็คือ $y = 2.73x + 55.38$ สำหรับค่า R^2 เมื่อทำการเทียบกับข้อมูลทดสอบ 60 ตัวอย่างมีความแม่นยำ 45.05% และค่า MEA เท่ากับ 3.07 ค่า MSE เท่ากับ 15.37 และค่า RMSE เท่ากับ 3.92 แสดงดังภาพที่ 60 และกราฟแสดงความคลาดเคลื่อนระหว่างชุดข้อมูลจริงและชุดข้อมูลทดสอบ แสดงดังภาพที่ 61

```
dataset=pd.read_csv("https://raw.githubusercontent.com/TanTassawan/01DataSet/main/ShoseSize.csv")
datasetwoman=dataset[dataset["Sex"] == 2]
#Step 2: กำหนดตัวแปรโดยที่ x คือไซซ์รองเท้า และ y คือ ความสูง
x= datasetwoman['Shoe size'].values.reshape(-1,1)
y= datasetwoman['Stature'].values.reshape(-1,1)
#Step 3: อ่านข้อมูล Train 40% (ให้เครื่องเรียนรู้) & Test = 60% (ทดสอบค่า) และ Model training and testing ด้วย .fit
x_train,x_test,y_train,y_test = train_test_split(x,y,test_size=0.6,random_state=1)
model=LinearRegression()
model.fit(x_train,y_train)
y_pred=model.predict(x_test)
#Step 4: วัดประสิทธิภาพ Model
print(model.intercept_)
print(model.coef_)
#แสดงค่าความแม่นยำด้วย R-Square
print("R-Square = ",metrics.r2_score(y_test,y_pred))
print("MAE = ",metrics.mean_absolute_error(y_test,y_pred))
print("MSE = ",metrics.mean_squared_error(y_test,y_pred))
print("RMSE = ",np.sqrt(metrics.mean_squared_error(y_test,y_pred)))
```

```
[55.38190955]
[[2.7298995]]
R-Square =  0.4505000744109412
MAE =  3.070142378559462
MSE =  15.369627397877142
RMSE =  3.9204116362796833
```

ภาพที่ 60: การวัดค่าความแม่นยำของโมเดลของการคาดคะเนความสูงจากขนาดรองเท้าเพศหญิง



ภาพที่ 61: กราฟแสดงความคลาดเคลื่อนระหว่างข้อมูลจริงและข้อมูลที่ทำนายของความสูงกับขนาดรองเท้าเพศหญิง

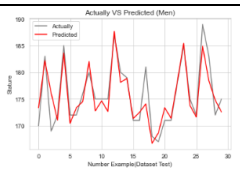
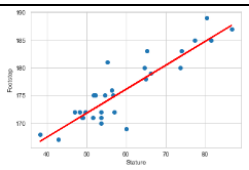
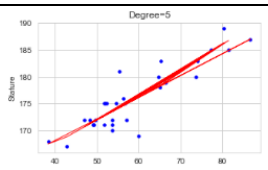
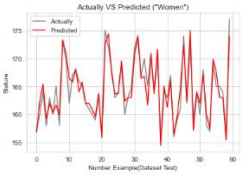
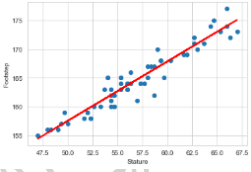
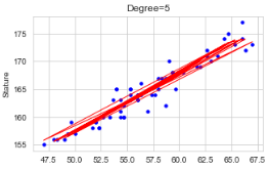
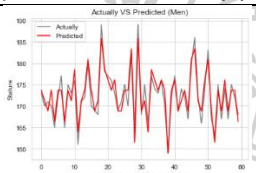
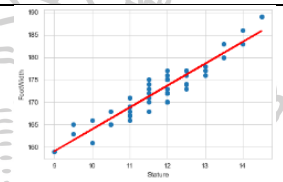
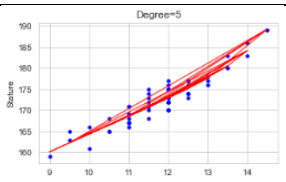
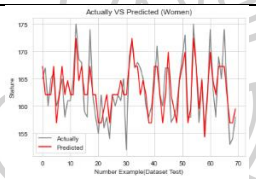
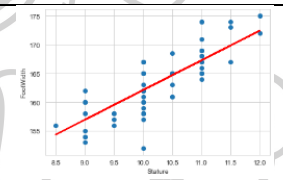
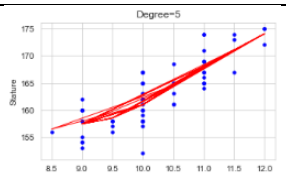
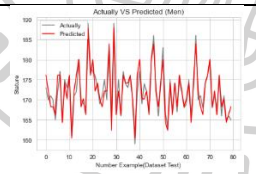
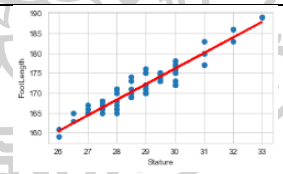
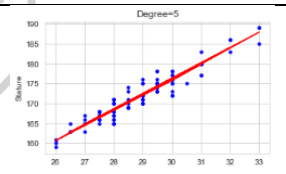
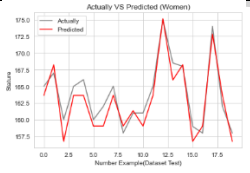
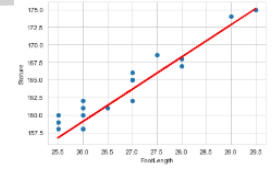
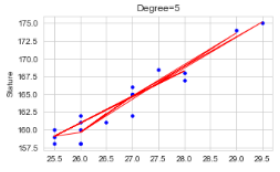
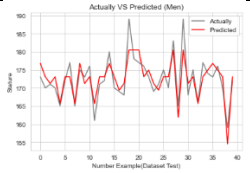
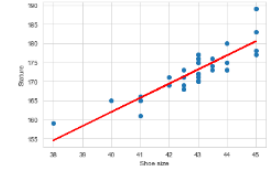
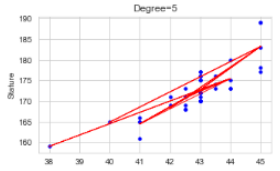
จากการวิเคราะห์วัดประสิทธิภาพโมเดลด้วย Polynomial Regression การวัดประสิทธิภาพคาดคะเนความสูงจากขนาดรองเท้าเพศหญิง ผลดำเนินการจากการเพิ่ม Degree เริ่มต้นที่ 2-5 ค่าความแม่นยำที่ degree เท่ากับ 5 มีค่าความแม่นยำสูง 50.84% ซึ่งมากกว่าการวัดประสิทธิภาพด้วย Linear regression ที่มีค่าความแม่นยำ 45.05% และมากกว่างานวิจัยต้นแบบซึ่งมีค่าความแม่นยำ 45.26% แสดงดังตารางที่ 22

ตารางที่ 19 การวัดประสิทธิภาพการคาดคะเนความสูงจากขนาดรองเท้าเพศหญิง

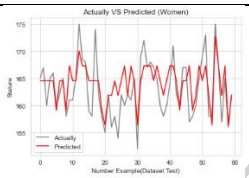
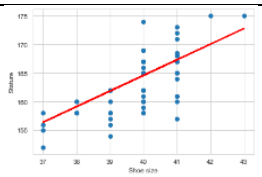
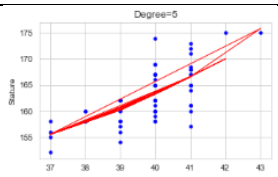
การวัดประสิทธิภาพคาดคะเนความสูงจากไซน์รองเท้า- เพศหญิง				
Case	R^2	MAE	MSE	RMSE
Linear	0.4505	3.0701	15.3696	3.9204
degree=2	0.5075	2.9633	13.7727	3.7111
degree=3	0.5079	2.9675	13.7614	3.7096
degree=4	0.5081	2.9815	13.7571	3.7090
degree=5	0.5084	2.9712	13.7477	3.7077

จากการวิเคราะห์ค่าประสิทธิภาพและความแม่นยำของตัวแบบโดยใช้การเรียนรู้ด้วยเครื่องสามารถสรุปได้ แสดงดังตารางที่ 20

ตารางที่ 20 การวิเคราะห์ค่าประสิทธิภาพและความแม่นยำของตัวแบบโดยใช้การเรียนรู้ด้วยเครื่อง

การคาดคะเนความสูงจาก		กราฟแสดงความคลาดเคลื่อน	ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (Linear Regression)	ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (Polynomial Regression)
ระยะก้าวเดิน	ชาย			
		$y = 150.12 + 0.43(x)$	$R^2 = 0.8028$	$R^2 = 0.8110$
	หญิง			
		$y = 105.93 + 1.03(x)$	$R^2 = 0.9075$	$R^2 = 0.9126$
ความกว้างรองเท้า	ชาย			
		$y = 115.30 + 4.86(x)$	$R^2 = 0.8792$	$R^2 = 0.9005$
	หญิง			
		$y = 110.46 + 5.16(x)$	$R^2 = 0.6802$	$R^2 = 0.7110$
ความยาวรองเท้า	ชาย			
		$y = 58.66 + 3.91(x)$	$R^2 = 0.8999$	$R^2 = 0.9057$
	หญิง			
		$y = 39.62 + 4.59(x)$	$R^2 = 0.8747$	$R^2 = 0.9316$
ขนาดรองเท้า	ชาย			
		$y = 13.57 + 3.70(x)$	$R^2 = 0.7238$	$R^2 = 0.7811$

ตารางที่ 20 การวิเคราะห์ค่าประสิทธิภาพและความแม่นยำของตัวแบบโดยใช้การเรียนรู้ด้วยเครื่อง (ต่อ)

การคาดคะเนความสูงจาก		กราฟแสดงความคลาดเคลื่อน	ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (Linear Regression)	ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (Polynomial Regression)
ขนาดรองเท้า	หญิง	 $y = 55.38 + 2.72(x)$	 $R^2 = 0.4505$	 $R^2 = 0.5084$

4.4.9 การคาดคะเนความสูงจากขนาดรองเท้า (ความกว้างและความยาว)

การคาดคะเนความสูงจากขนาดรองเท้า จะดำเนินการเลือกกลุ่มตัวอย่างทั้งเพศชายและเพศหญิงจำนวนทั้งหมด 200 คน โดยทำการแบ่งข้อมูลชุดเรียนรู้ 20% และข้อมูลชุดทดสอบ 80% การทดสอบประสิทธิภาพวิเคราะห์สัมประสิทธิ์และความแม่นยำ จะใช้ตัวแบบของ Multiple Linear Regression เนื่องจากตัวแปรต้นมีข้อมูล 2 ตัว คือความกว้าง และความยาวของรองเท้า เพื่อใช้ทำนายหาตัวแปรตาม คือความสูง จากการหาค่าของ coefficient และ intercept ก็จะได้สมการเส้นตรงที่เป็นโมเดลของชุดข้อมูล นั่นก็คือ $y = 2.4687(width) + 2.2095(length) + 79.5216$ สำหรับค่า R^2 เมื่อทำการเทียบกับข้อมูลทดสอบ 160 ตัวอย่างมีความแม่นยำ 94.40% ซึ่งมากกว่างานวิจัยต้นแบบซึ่งมีค่าความแม่นยำ 93.20% แสดงการค่าสถิติของตัวแบบดังภาพที่ 62

```
import statsmodels.formula.api as smf
dataset=pd.read_csv("https://raw.githubusercontent.com/TanTassawan/01DataSet/main/ShoseSize.csv", usecols=[2,4,5])
# สร้างโมเดลด้วยค่าสั่ง ols (ordinal least square) โดยใช้ตัวแปรพยากรณ์ Stature จากตัวแปรอิสระ Width + Length
train,test = train_test_split(dataset, train_size=0.2,random_state=1)
model = smf.ols(formula="Stature ~ Width + Length ",data=train).fit()
model.summary()
```

OLS Regression Results

Dep. Variable:	Stature	R-squared:	0.944
Model:	OLS	Adj. R-squared:	0.941
Method:	Least Squares	F-statistic:	312.1
Date:	Sat, 16 Jul 2022	Prob (F-statistic):	6.86e-24
Time:	03:14:39	Log-Likelihood:	-77.216
No. Observations:	40	AIC:	160.4
Df Residuals:	37	BIC:	165.5
Df Model:	2		
Covariance Type:	nonrobust		

	coef	std err	t	P>|t|	[0.025	0.975]
Intercept	79.5216	5.967	13.326	0.000	67.431	91.612
Width	2.4687	0.467	5.286	0.000	1.522	3.415
Length	2.2095	0.362	6.108	0.000	1.477	2.942

Omnibus:	12.934	Durbin-Watson:	1.563
Prob(Omnibus):	0.002	Jarque-Bera (JB):	16.044
Skew:	0.972	Prob(JB):	0.000328
Kurtosis:	5.419	Cond. No.	652.

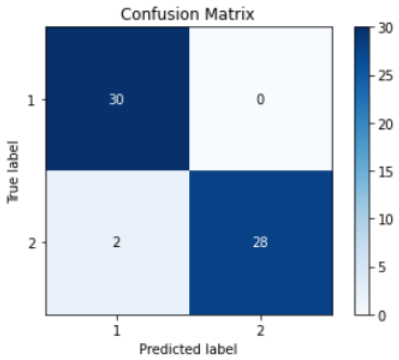
ภาพที่ 62 : แสดงค่าสถิติของการคาดคะเนความสูงจากขนาดรองเท้าโดยใช้ตัวแบบ Multiple Linear Regression

4.4.10 การคาดคะเนเพศ

การคาดคะเนเพศ ดำเนินการโดยเลือกกลุ่มตัวอย่างทั้งเพศชายและเพศหญิงจำนวนทั้งหมด 200 คน โดยทำการแบ่งข้อมูลชุดเรียนรู้ 70% และข้อมูลชุดทดสอบ 30% การทดสอบประสิทธิภาพวิเคราะห์ค่าความถูกต้อง โดยใช้ตัวแบบของ Logistic Regression เพื่อทำนายโอกาสความน่าจะเป็นที่จะเกิดขึ้นเป็นเพศชายหรือเพศหญิง ในงานวิจัยนี้จะแสดงผลการวิเคราะห์ 4 รูปแบบดังนี้

การคาดคะเนเพศจากความยาว ความกว้าง และขนาดรองเท้า โดยใช้ตัวแปรอิสระ 3 ตัวแปร จากการหาค่าของ coefficient และ intercept จะได้สมการเส้นตรงที่เป็นโมเดลของชุดข้อมูล นั่นก็คือ $\text{sex} = -0.5224(\text{length}) + 1.5499(\text{width}) - 1.834(\text{size}) + 73.156$ สำหรับค่าเปอร์เซ็นต์ความถูกต้อง เท่ากับ 97% ซึ่งมากกว่างานวิจัยต้นแบบซึ่งมีค่า 92% แสดงดังภาพที่ 63

```
x = data[['Length','Width', 'Shoe size']]
y = data['Sex']
from sklearn.model_selection import train_test_split
x_train, x_test, y_train, y_test = train_test_split(x, y, test_size=0.3, random_
#Create Model Logistic Regression
lr = LogisticRegression()
lr.fit(x_train,y_train)
y_pred = lr.predict(x_test)
skplot.metrics.plot_confusion_matrix(y_test, y_pred)
plt.show()
print("intercept: ",lr.intercept_)
print("Coef ['Length','Width', 'Shoe size']: ",lr.coef_)
print("Accuracy Score = ",accuracy_score(y_test, y_pred))
```



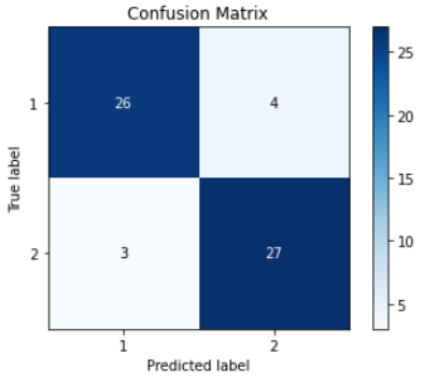

```
intercept:  [73.15569938]
Coef ['Length','Width', 'Shoe size']:  [[-0.52243404  1.5499563  -1.83357122]]
Accuracy Score =  0.9666666666666667
```

ภาพที่ 63: แสดงผลการวิเคราะห์การคาดคะเนเพศจากความยาว ความกว้างและขนาดรองเท้า

จากภาพที่ 63 ผลการวิเคราะห์ Confusion Matrix ของข้อมูลชุดข้อทดสอบจำนวน 60 ตัวอย่าง แบบจำลอง คาดการณ์ 30 ตัวอย่างเป็นเพศชาย และ 28 ตัวอย่างเป็นเพศหญิงได้อย่างถูกต้อง และทำนายผิดพลาดโดยข้อมูลจริงเป็นเพศหญิง แต่ข้อมูลที่เครื่องทำนายได้เป็นเพศชายจำนวน 2 ตัวอย่าง

การคาดคะเนเพศจากความยาวและความกว้างของรองเท้า ใช้ตัวแปรอิสระ 2 ตัวแปร จากการหาค่าของ coefficient และ intercept จะได้สมการเส้นตรงที่เป็นโมเดลของชุดข้อมูล นั่นก็คือ $\text{sex} = -0.8075(\text{length}) - 0.3281(\text{width}) + 25.9586$ สำหรับค่าเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องเท่ากับ 88.33% ซึ่งน้อยกว่างานวิจัยต้นแบบซึ่งมีค่า 92% แสดงดังภาพที่ 64

```
x = data[['Length','Width']]
y = data['Sex']
from sklearn.model_selection import train_test_split
x_train, x_test, y_train, y_test = train_test_split(x, y, test_size=0.3, random_
#Create Model Logistic Regression
from sklearn.linear_model import LogisticRegression
lr = LogisticRegression()
lr.fit(x_train,y_train)
from sklearn.metrics import accuracy_score
from sklearn.metrics import classification_report, confusion_matrix
from sklearn.metrics import confusion_matrix
y_pred = lr.predict(x_test)
import scikitplot as skplot
skplot.metrics.plot_confusion_matrix(y_test, y_pred)
plt.show()
print("intercept: ",lr.intercept_)
print("Coef ['Length','Width']: ",lr.coef_)
print("Accuracy Score = ",accuracy_score(y_test, y_pred))
```



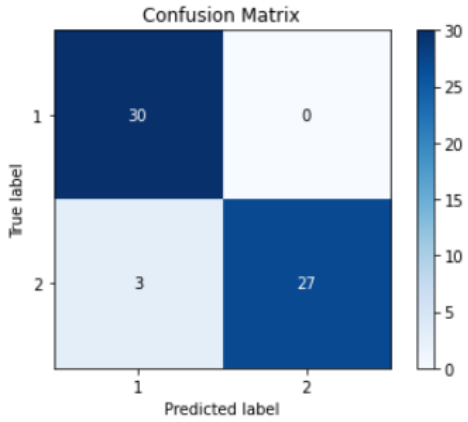

```
intercept:  [25.95863622]
Coef ['Length','Width']:  [[-0.80759446 -0.32810965]]
Accuracy Score =  0.8833333333333333
```

ภาพที่ 64: แสดงผลการวิเคราะห์การคาดคะเนเพศจากความยาว และความกว้างของรองเท้า

จากภาพที่ 64 ผลการวิเคราะห์ Confusion Matrix ของข้อมูลชุดข้อทดสอบจำนวน 60 ตัวอย่าง แบบจำลอง คาดการณ์ 26 ตัวอย่างเป็นเพศชาย และ 27 ตัวอย่างเป็นเพศหญิงได้อย่างถูกต้อง และทำนายผิดพลาดโดยข้อมูลจริงเป็นเพศหญิง แต่ข้อมูลที่เครื่องทำนายได้เป็นเพศชายจำนวน 3 ตัวอย่าง และข้อมูลจริงเป็นเพศชาย แต่ข้อมูลที่เครื่องทำนายได้เป็นเพศชายจำนวน 4 ตัวอย่าง

การคาดคะเนเพศจากความกว้างและขนาดรองเท้า ใช้ตัวแปรอิสระ 2 ตัวแปร จากการหาค่าของ coefficient และ intercept จะได้สมการเส้นตรงที่เป็นโมเดลของชุดข้อมูล นั่นก็คือ $\text{sex} = 1.0987(\text{width}) - 1.9279(\text{size}) + 67.4782$ สำหรับค่าเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องเท่ากับ 95% ซึ่งมากกว่างานวิจัยต้นแบบซึ่งมีค่า 92% แสดงดังภาพที่ 65

```
x = data[['Width','Shoe size']]
y = data['Sex']
from sklearn.model_selection import train_test_split
x_train, x_test, y_train, y_test = train_test_split(x, y, test_size=0.3, random_
#Create Model Logistic Regression
lr = LogisticRegression()
lr.fit(x_train,y_train)
y_pred = lr.predict(x_test)
skplot.metrics.plot_confusion_matrix(y_test, y_pred)
plt.show()
print("intercept: ",lr.intercept_)
print("Coef ['Width', 'Shoe size']: ",lr.coef_)
print("Accuracy Score = ",accuracy_score(y_test, y_pred))
```



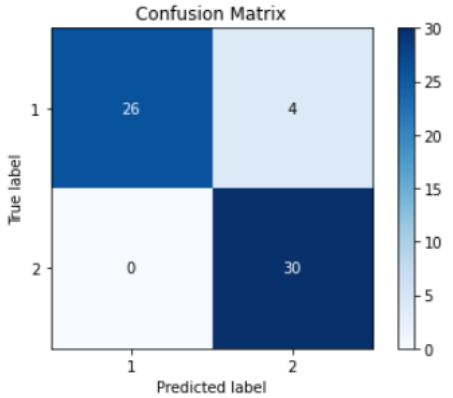

```
intercept:  [67.47825956]
Coef ['Width', 'Shoe size']:  [[ 1.0987721  -1.92797799]]
Accuracy Score =  0.95
```

ภาพที่ 65: แสดงผลการวิเคราะห์การคาดคะเนเพศจากความกว้าง และขนาดรองเท้า

จากภาพที่ 65 ผลการวิเคราะห์ Confusion Matrix ของข้อมูลชุดข้อทดสอบจำนวน 60 ตัวอย่าง แบบจำลอง คาดการณ์ 30 ตัวอย่างเป็นเพศชาย และ 27 ตัวอย่างเป็นเพศหญิงได้อย่างถูกต้อง และทำนายผิดพลาดโดยข้อมูลจริงเป็นเพศหญิง แต่ข้อมูลที่เครื่องทำนายได้เป็นเพศชายจำนวน 3 ตัวอย่าง

การคาดคะเนเพศจากความยาวและขนาดรองเท้า ใช้ตัวแปรอิสระ 2 ตัวแปร จากการหาค่าของ coefficient และ intercept จะได้สมการเส้นตรงที่เป็นโมเดลของชุดข้อมูล นั่นก็คือ $\text{sex} = 0.0691(\text{length}) - 1.3065(\text{size}) + 51.8680$ สำหรับค่าเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องเท่ากับ 93.33% ซึ่งมากกว่างานวิจัยต้นแบบซึ่งมีค่า 92% แสดงดังภาพที่ 66

```
x = data[['Length','Shoe size']]
y = data['Sex']
from sklearn.model_selection import train_test_split
x_train, x_test, y_train, y_test = train_test_split(x, y, test_size=0.3, random_
#Create Model Logistic Regression
lr = LogisticRegression()
lr.fit(x_train,y_train)
y_pred = lr.predict(x_test)
skplot.metrics.plot_confusion_matrix(y_test, y_pred)
plt.show()
print("intercept: ",lr.intercept_)
print("Coef ['Length','Shoe size']: ",lr.coef_)
print("Accuracy Score = ",accuracy_score(y_test, y_pred))
```

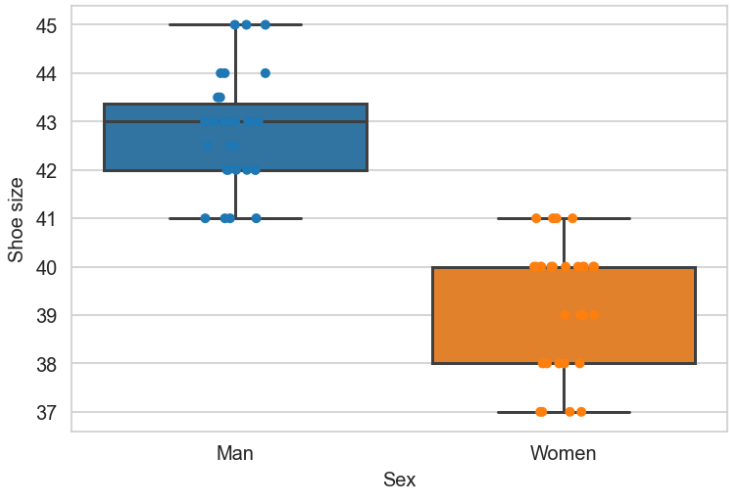



```
intercept:  [51.868075]
Coef ['Length','Shoe size']:  [[ 0.06919789 -1.30651481]]
Accuracy Score =  0.9333333333333333
```

ภาพที่ 66: แสดงผลการวิเคราะห์การคาดคะเนเพศจากความยาว และขนาดรองเท้า

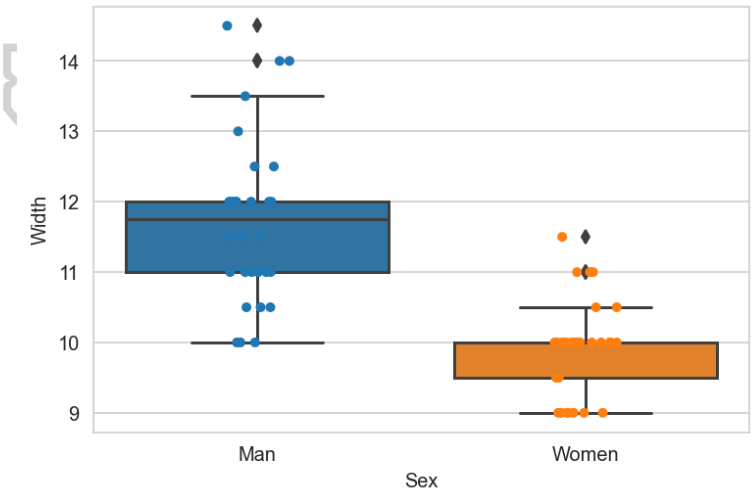
จากภาพที่ 66 ผลการวิเคราะห์ Confusion Matrix ของข้อมูลชุดข้อทดสอบจำนวน 60 ตัวอย่าง แบบจำลอง คาดการณ์ 26 ตัวอย่างเป็นเพศชาย และ 30 ตัวอย่างเป็นเพศหญิงได้อย่างถูกต้อง และทำนายผิดพลาดโดยข้อมูลจริงเป็นเพศชาย แต่ข้อมูลที่เครื่องทำนายได้เป็นเพศหญิงจำนวน 4 ตัวอย่าง

จากผลการทดสอบประสิทธิภาพวิเคราะห์ค่าความถูกต้อง แสดงให้เห็นว่าการคาดคะเนเพศจากความยาว ความกว้าง และขนาดรองเท้า ใช้ตัวแปรอิสระ 3 ตัวแปร ให้ค่าความถูกต้องดีที่สุด นอกจากนั้นยังสามารถแสดงการวิเคราะห์ดูการกระจายของข้อมูล โดยใช้แผนภาพกล่อง (Boxplot) และแผนภาพการกระจาย (Scatter Plot) ได้อีกด้วย จากการวิเคราะห์ดูการกระจายของข้อมูลแผนภาพกล่อง จะเห็นได้ว่ากลุ่มชุดข้อมูลของเพศชายมีค่ามากกว่าเพศหญิงทุกรายการเปรียบเทียบ แสดงดังภาพที่ 67 - 69



ภาพที่ 67: แผนภาพกล่องเปรียบเทียบขนาดรองเท้าของเพศชายและเพศหญิง

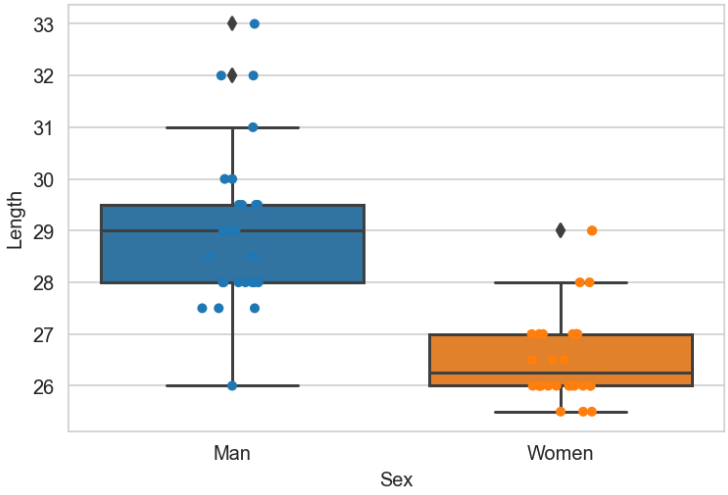
จากภาพที่ 67 แสดงให้เห็นว่าชุดข้อมูลทดสอบของขนาดรองเท้าในเพศชาย ข้อมูลไม่มีค่าผิดปกติ จะได้ว่าข้อมูลมีการกระจายค่อนข้างเบ้ลบ ประมาณได้ว่าค่าขนาดของรองเท้าส่วนใหญ่อยู่ระหว่างค่า 41-43 และในส่วนชุดมูลทดสอบของขนาดรองเท้าในเพศหญิง ข้อมูลชุดไม่มีค่าผิดปกติ จะได้ว่าข้อมูลมีการกระจายค่อนข้างสมมาตร ประมาณได้ว่า ค่าขนาดของรองเท้าส่วนใหญ่อยู่ใกล้ค่ากลาง มีการกระจายของข้อมูลเท่า ๆ กัน



ภาพที่ 68: แผนภาพกล่องเปรียบเทียบความกว้างรองเท้าของเพศชายและเพศหญิง

จากภาพที่ 68 แสดงให้เห็นว่าชุดข้อมูลทดสอบของความกว้างรองเท้าในเพศชาย ข้อมูลมีค่าผิดปกติที่รายการข้อมูลค่าความกว้างรองเท้าที่มีค่ามากกว่า 13.5 ขึ้นไป หากไม่พิจารณาค่าผิดปกติแล้ว จะได้ว่าข้อมูลมีการกระจายค่อนข้างเบ้ลบ ประมาณได้ว่าค่าความกว้างรองเท้าส่วนใหญ่อยู่ระหว่างค่า 10

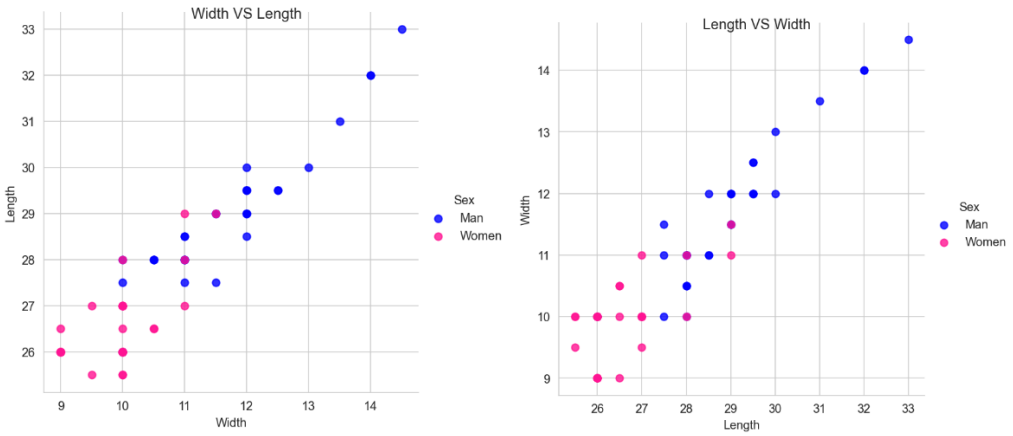
– 11.8 และในส่วนชุดข้อมูลทดสอบของความกว้างรองเท้าในเพศหญิง ข้อมูลมีค่าผิดปกติที่ รายการข้อมูลความกว้างรองเท้าที่ค่ามากกว่า 10.5 ขึ้นไป หากไม่พิจารณาค่าผิดปกติแล้ว จะได้ว่าข้อมูลมีการกระจายค่อนข้างสมมาตร ประมาณได้ว่าค่าความกว้างของรองเท้าส่วนใหญ่อยู่ใกล้ค่ากลาง มีการกระจายของข้อมูลเท่า ๆ กัน



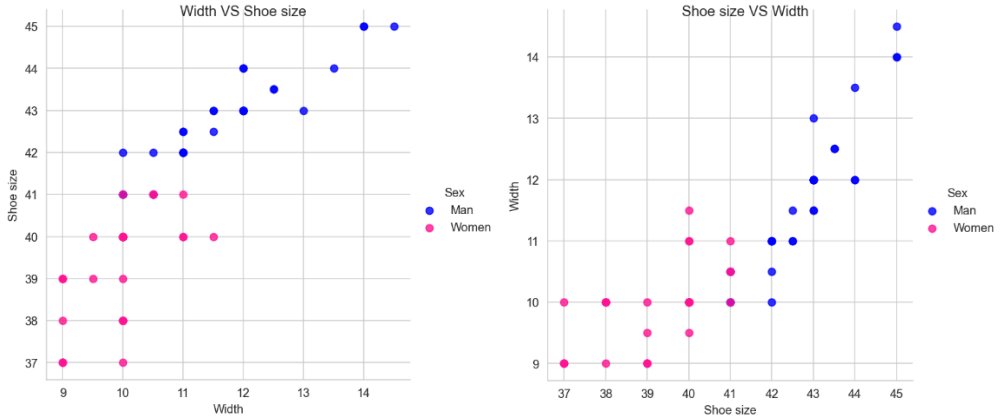
ภาพที่ 69: แผนภาพกล่องเปรียบเทียบความยาวรองเท้าของเพศชายและเพศหญิง

จากภาพที่ 69 แสดงให้เห็นว่าชุดข้อมูลทดสอบของความยาวรองเท้าในเพศชาย ข้อมูลมีค่าผิดปกติ ที่รายการข้อมูลค่าความยาวรองเท้าที่มีค่ามากกว่า 31 ขึ้นไป หากไม่พิจารณาค่าผิดปกติแล้ว จะได้ว่าข้อมูลมีการกระจายค่อนข้างเบ้ลบ ประมาณได้ว่าค่าความยาวรองเท้าส่วนใหญ่อยู่ระหว่างค่า 26 – 29 และในส่วนชุดข้อมูลทดสอบของความยาวรองเท้าในเพศหญิง ข้อมูลมีค่าผิดปกติที่ รายการข้อมูลความยาวรองเท้าที่ค่ามากกว่า 10.5 ขึ้นไป หากไม่พิจารณาค่าผิดปกติแล้ว จะได้ว่าข้อมูลมีการกระจายค่อนข้างเบ้ลบ ประมาณได้ว่าค่าความยาวของรองเท้าส่วนใหญ่อยู่ระหว่างค่า 26.2 - 28

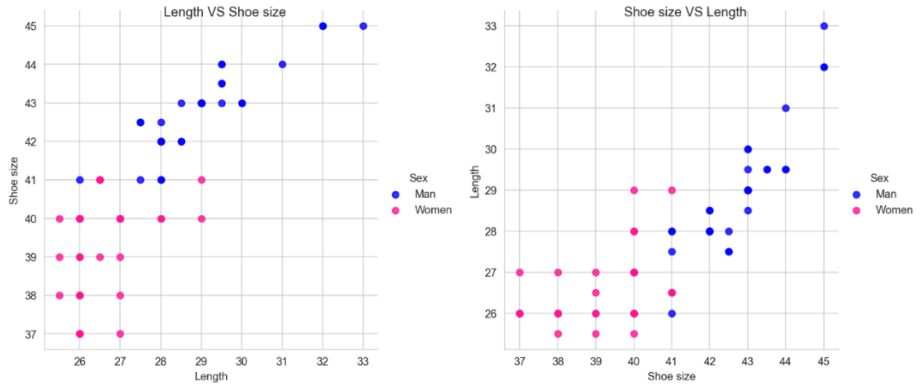
ในส่วนของการวิเคราะห์การกระจายของข้อมูลโดยใช้แผนภาพการกระจาย แสดงให้เห็นถึงแนวโน้มโดยรวมของรายการเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างความยาวและความกว้างรองเท้า ความกว้างและขนาดรองเท้า และความยาวและขนาดรองเท้า แสดงได้ดังภาพที่ 68 - 70



ภาพที่ 70: แผนภาพการกระจายความสัมพันธ์ระหว่างความยาวและความกว้างรองเท้าของเพศชายและเพศหญิง

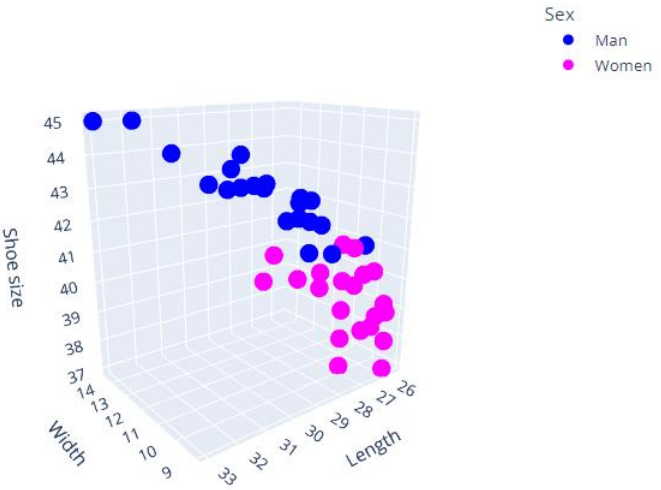


ภาพที่ 71: แผนภาพการกระจายความสัมพันธ์ระหว่างความกว้างและขนาดรองเท้าของเพศชายและเพศหญิง



ภาพที่ 72: แผนภาพการกระจายความสัมพันธ์ระหว่างความยาวและขนาดรองเท้าของเพศชายและเพศหญิง

จากภาพที่ 70 - 72 แสดงให้เห็นถึงแนวโน้มโดยรวมของรายการเปรียบเทียบการกระจายความสัมพันธ์ ที่ความยาวและความกว้างรองเท้า ความกว้างและขนาดรองเท้า และความยาวและขนาดรองเท้าเดียวกัน เพศชายมักจะมีค่ามากกว่าเพศหญิงทุกรายการเปรียบเทียบความสัมพันธ์โดยเฉลี่ย นอกจากนั้นยังสามารถแสดงรูปแบบการกระจายความสัมพันธ์ของข้อมูลระหว่างความยาว ความกว้างและขนาดรองเท้าได้ ในรูปแบบสามมิติ แสดงดังภาพที่ 73



ภาพที่ 73: แผนภาพการกระจายความสัมพันธ์ระหว่างความยาว ความกว้าง และขนาดรองเท้าของเพศชายและเพศหญิง

จากภาพที่ 73 แสดงให้เห็นว่าแนวโน้มโดยรวมของรายการเปรียบเทียบการกระจายความสัมพันธ์ ที่ความยาว ความกว้าง และขนาดรองเท้า สามารถสรุปได้ว่าข้อมูลการกระจายความสัมพันธ์ในส่วนของเพศชายมักจะมีค่ามากกว่าเพศหญิงทุกรายการเปรียบเทียบความสัมพันธ์โดยเฉลี่ย

บทที่ 5
สรุปผลงานวิจัย

การศึกษาดำเนินงานวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างเว็บแอปพลิเคชันสำหรับประมาณความสูงและเพศจากขนาดรองเท้า รอยพิมพ์ฝ่าเท้าและระยะก้าวเดินตามงานวิจัยต้นแบบของงานวิจัยการประมาณความสูงและเพศของบุคคลจากระยะก้าวเดินและขนาดรองเท้า เพื่อการสืบสวนทางอาชญากรรม (อรทัย เขียวพุ่ม, 2563) และงานวิจัยการคาดคะเนความสูงและเพศของบุคคลจากรอยพิมพ์ฝ่าเท้าในกลุ่มประชากรไทย กรณีศึกษาจังหวัดอุตรดิตถ์และจังหวัดแพร่ (วรารัตน์ ก่อเกิด, 2554) เพื่อให้สอดคล้องการลักษณะการใช้งาน ประกอบกับเพื่อความสะดวก รวดเร็วในการใช้งาน จึงได้ทำแบบสอบถามสำรวจความพึงพอใจในการใช้งานเว็บแอปพลิเคชันกับเจ้าหน้าที่ตำรวจกองพิสูจน์หลักฐานจังหวัดกาญจนบุรี จำนวน 20 คน ประกอบด้วยเพศชาย 12 คน เพศหญิง 8 คน ผู้วิจัยได้พัฒนาเว็บแอปพลิเคชันสำหรับประมาณความสูงและเพศจากขนาดรองเท้า รอยพิมพ์ฝ่าเท้าและระยะก้าวเดิน ได้ประสบผลสำเร็จดังกล่าวและได้ผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญเพื่อตรวจสอบข้อบกพร่อง และผู้วิจัยได้ปรับปรุงแก้ไขให้ดีขึ้นเป็นลำดับ จึงทำให้ผลสำรวจความพึงพอใจอยู่ในเกณฑ์ที่สูง สามารถสรุปในงานวิจัยครั้งนี้ได้ดังนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.1.1 ผลการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์บนเว็บที่สามารถคำนวณประเมินคาดคะเนความสูงและเพศ

การพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันสามารถคำนวณคาดคะเนค่าความสูงและเพศของบุคคลโดยใช้ความยาวและความกว้างของรองเท้า ระยะก้าวเดินและรอยพิมพ์ฝ่าเท้าได้สำเร็จและบรรลุตามวัตถุประสงค์การวิจัยที่ได้กำหนดไว้ และทำให้เกิดเทคโนโลยีใหม่ที่มีส่วนช่วยในงานด้านนิติวิทยาศาสตร์ สำหรับช่วยลดขั้นตอนในการตรวจพิสูจน์ไปใช้ประโยชน์ในการตรวจพิสูจน์บุคคลในกระบวนการสืบสวน สอบสวน คาดคะเนความสูงและเพศของผู้ต้องสงสัย โดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศเป็นเครื่องมือสนับสนุนการดำเนินงาน ทำให้เกิดกระบวนการพัฒนาคุณภาพของหลักฐาน วัตถุพยาน เพื่อนำไปสู่การพิสูจน์เอกลักษณ์บุคคลและเชื่อมโยงกับรูปคดี

5.1.2 ผลการประเมินความพึงพอใจต่อการใช้งานโปรแกรมคำนวณประเมินความสูงและเพศ

จากสำรวจความพึงพอใจในการใช้งานเว็บแอปพลิเคชันกับเจ้าหน้าที่ตำรวจกองพิสูจน์หลักฐานจังหวัดกาญจนบุรี สามารถสรุปผลดังนี้

ความสวยงามของเว็บแอพลิเคชันอยู่ที่ระดับมาก ($\bar{X}$ = 4.10, $S.D.$ = 0.72) ความง่ายต่อการเข้าใจอยู่ที่ระดับมาก ($\bar{X}$ = 4.25, $S.D.$ = 0.55) ความง่ายต่อการใช้งานอยู่ที่ระดับมาก ($\bar{X}$ = 4.35, $S.D.$ = 0.59) ความสะดวกรวดเร็วในการป้อนข้อมูลอยู่ที่ระดับมาก ($\bar{X}$ = 4.45, $S.D.$ = 0.51) ความรวดเร็วในการแสดงผลอยู่ที่ระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.80, $S.D.$ = 0.41) ความครบถ้วนของเนื้อหาในเว็บแอพลิเคชันอยู่ที่ระดับมาก ($\bar{X}$ = 4.05, $S.D.$ = 0.60) ความถูกต้องของคำศัพท์ในเว็บแอปพลิเคชันอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.65, $S.D.$ = 0.49) ความรวดเร็วในการนำข้อมูลมาใช้งานอยู่ที่ระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.50, $S.D.$ = 0.51) ความสะดวกในการเข้าใช้งานอยู่ที่ระดับมาก ($\bar{X}$ = 4.35, $S.D.$ = 0.59) ข้อมูลเป็นประโยชน์ต่อการนำมาใช้งานอยู่ที่ระดับมาก ($\bar{X}$ = 4.20, $S.D.$ = 0.62) และระดับความพึงพอใจโดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$ = 4.35, $S.D.$ = 0.60)

5.1.3 ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพระหว่างตัวแบบสมการที่ได้ของงานวิจัยนี้กับงานวิจัยต้นแบบ สำหรับคาดคะเนความสูง โดยใช้การเรียนรู้ของเครื่อง

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลการคาดคะเนความสูงและเพศจากการเรียนรู้ด้วยเครื่องด้วยชุดข้อมูลทดสอบ ผู้วิจัยจึงนำผลการวิเคราะห์มาเปรียบเทียบประสิทธิภาพค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2) ของชุดข้อมูลที่ทำนายจากการเรียนรู้ด้วยเครื่องกับงานวิจัยต้นแบบ

ผลการวิเคราะห์การวัดประสิทธิภาพคาดคะเนความสูง จากการเรียนรู้ด้วยเครื่องพบว่า กรณีใช้ตัวแบบ Linear Regression ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจคลาดเคลื่อนน้อยกว่างานวิจัยต้นแบบ แต่ถ้าหากวัดค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจด้วยตัวแบบ Polynomial Regression พบว่ามีค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจมากที่สุด ที่รายการคาดคะเนความสูงจากความยาวรองเท้าเพศหญิง ในส่วนของผลการวิเคราะห์การวัดประสิทธิภาพคาดคะเนความสูงโดยใช้ตัวแบบ Multiple Regression พบว่า มีค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ 94.40% ซึ่งสูงกว่างานวิจัยต้นแบบ ที่มีค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ 93.20% นอกจากนั้นวิเคราะห์การคาดคะเนเพศ โดย Logistic Regression วิเคราะห์สัมประสิทธิถดถอยเชิงพหุคูณ สามารถ

วิเคราะห์ค่าความถูกต้องจากกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดได้ 97% ซึ่งมากกว่างานวิจัยต้นแบบที่วิเคราะห์ค่าความถูกต้องได้ 92%

จากการศึกษาชี้ให้เห็นว่าสมการจากงานวิจัยต้นแบบสามารถนำมาประยุกต์ใช้เป็นเว็บแอปพลิเคชันเพื่อใช้ในงานสืบสวน สอบสวน คาดคะเนความสูงและเพศของผู้ต้องสงสัยได้ อีกทั้งยังประยุกต์ใช้การเรียนรู้ด้วยเครื่องมาใช้กับงานวิจัย ในการวิเคราะห์หาค่าความแม่นยำ และค่าความถูกต้องของข้อมูลก่อนนำรูปแบบสมการไปใช้ในการคาดคะเนหรือพยากรณ์ค่าที่จะเกิดขึ้นได้

5.2 การอภิปรายผล

จากการศึกษาในงานวิจัยนี้ พบว่าความยาวและความกว้างของรองเท้ามีความสัมพันธ์กับความสูงในระดับสูง มีค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจมีค่ามากที่สุดที่ความยาวรองเท้า ทั้งในกลุ่มประชากรเพศชายและเพศหญิง โดยใช้ตัวแบบ Polynomial regression สามารถใช้ทำนายสูงจากระยะก้าวเดินเพศหญิง ความกว้างรองเท้าเพศชาย ความยาวรองเท้าเพศชาย ขนาดรองเท้าเพศหญิงและชาย ให้ผลที่ดีกว่างานวิจัยต้นแบบอย่างมีนัยสัมคัญ ดังนั้นแสดงให้เห็นว่าความยาวและความกว้างของรองเท้าสามารถคาดคะเนความสูงของบุคคลได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ศิริจันทนีย์ ตรีแก้ว (2018) และ Sunita Arvind Athavale (2015) ที่มีการการศึกษาการประมาณความสูงจากรองเท้าและรอยเท้า มีค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจมีค่ามากที่สุดที่ความยาวของรองเท้าและรอยเท้า นอกจากนั้นยังพบว่ามีความสอดคล้องกับงานวิจัยของ อรทัย เขียวพุ่ม (2020) ที่ทำการศึกษางานวิจัยการประมาณความสูงและเพศของบุคคลจากระยะก้าวเดินและขนาดรองเท้า เพื่อการสืบสวนทางอาชญากรรม ของตัวอย่างจำนวน 400 คน ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจมีค่ามากที่สุดที่รายการคาดคะเนความสูงจากความยาวรองเท้าเพศหญิง และมีค่าน้อยสุดที่รายการขนาดรองเท้าเพศหญิง

5.3 ข้อเสนอแนะ

1. สามารถพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันเพิ่มการคาดคะเนความสูงและเพศให้ครอบคลุม หรือเพิ่มการค้นหาจากส่วนอื่น ๆ เพิ่มเติม

2. จากการทดสอบประสิทธิภาพตัวแบบของสมการยังแสดงให้เห็นถึงความคลาดเคลื่อนจะต้องดำเนินการเพิ่มในส่วนของตัวแปรอิสระ และควรทำการจัดเก็บข้อมูลชุดตัวอย่างให้มีปริมาณจำนวนเพิ่มขึ้น เพื่อให้มีผลทดสอบประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ซึ่งหากมีชุดตัวอย่างข้อมูลสำหรับให้เครื่องเรียนรู้ได้มาก จะทำให้การทดสอบค่าความถูกต้องและประสิทธิภาพในการวัดหาค่าสัมประสิทธิ์การ

ตัดสินใจ ในการคาดคะเนความสูงและเพศมีความถูกต้องมากยิ่งขึ้นเพื่อเป็นแนวทางสำหรับการพัฒนาต่อไป เนื่องจากงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้ใช้ชุดข้อมูลตัวอย่างการทดลองจากงานวิจัยของอรทัย เขียวพุ่ม ทำให้ผลการทดสอบมีความคลาดเคลื่อนอยู่ในระดับที่ยอมรับได้

รายการอ้างอิง

chengz. (2019). วัดประสิทธิภาพ โมเดล จาก Confusion Matrix. Retrieved from https://medium.com/@cheng3374/วัดประสิทธิภาพ-โมเดล-จาก-confusion-matrix-69d391bcd48

Coraline Co., L. สถิติเบื้องต้นง่ายๆ ที่จะทำให้คุณเข้าใจการวิเคราะห์มากขึ้น. Retrieved from https://www.coraline.co.th/single-post/basic-statistic-2

G N, G., Swathi, & Sunita Arvind Athavale. (2015). Estimation of Stature From Hand and Foot Measurements in a Rare Tribe of Kerala State in India. *Journal of Clinical and Diagnostic Research, 9*(10), HC01-HC04.

Jiang Kuan. (2018). Regression analysis estimation of stature from foot length. *Cognitive Systems Research, 52*, 251–260.

M.D.Soft Co., L. S. H. C. ทำความรู้จักกับ Web Application (เว็บแอพพลิเคชั่น). Retrieved from https://mdsoft.co.th/ความรู้/359-web-application.html

point, J. T. ML Polynomial Regression. Retrieved from https://www.javatpoint.com/machine-learning-polynomial-regression

Ruksiamza, K. รู้จักกับ JavaScript และ Node.js. Retrieved from https://kongruksiamza.medium.com/

Won, J. K., Yong, M. K., & Myung, H. Y. (2018). Estimation of stature from hand and foot dimensions in a Korean population. *Journal of Forensic and Legal Medicine, 55*, 87-92.

ไม่ปรากฏชื่อ. (2015). เทียบขนาดรองเท้า EUR,US,UK,JP. Retrieved from https://shorturl.asia/iR0VE

กอบเกียรติ สระอุบล. (2563). เรียนรู้ *Data Science* และ *AI: Machine Learning* ด้วย *Python* (พิมพ์ครั้งที่ 1 ed.). บริษัท ด่านสุทธาการพิมพ์ จำกัด หสม มีเดีย เนทเวิร์ค.

จีราวุธ วารินทร์. (2562). พัฒนาเว็บแอพพลิเคชันด้วย *Angular + Bootstrap* (พิมพ์ครั้งที่ 1 ed.). รีไวว่า: ซิมพลิฟาย.

ชมพูนุช ภูวันนา, & พรธีรา มีจรูญสม. (2559). การทดสอบระบบบูรณาการข้อมูลสำหรับศูนย์บริการข้อมูลลูกค้า. (วิทยาศาสตรบัณฑิต), สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง,

ดวงภรณ์ แดงจีน. (2012). การประมาณความสูงจากความยาวของการก้าวขณะเดิน. วารสารมหาวิทยาลัยศิลปากร, *5*(2), 775-786.

ถนอมเสียง, น. (2559). สมการถดถอยอย่างง่าย Simple Linear Regression. Retrieved from https://home.kku.ac.th/nikom/regsimp_nk2559.pdf

ปารณัท วิทยรุ่งโรจน์, สุนีย์ บวรสุนทรชัย, & ณรงค์ สังวาระนที. (2562). ความสัมพันธ์ของความสูงจากระยะก้าวขณะเดินสำหรับการจำแนกบุคคลโดยใช้โปรแกรมวินเอฟดีเอ็ม. วารสารวิชาการอาชญาวิทยาและนิติวิทยาศาสตร์ โรงเรียนนายร้อยตำรวจ, *5*(2), 168-179.

วรารัตน์ ก่อเกิด. (2554). การคาดคะเนความสูงและเพศของบุคคลจากรอยพิมพ์ฝ่าเท้าในกลุ่มประชากรไทยกรณีศึกษาจังหวัดอุตรดิตถ์และจังหวัดแพร่. (ปริญญามหาบัณฑิต), มหาวิทยาลัยศิลปากร,

ศิริจันทนีย์ ตรีแก้ว. (2561). การคาดคะเนความสูงของบุคคลจากขนาดของรองเท้า. (ปริญญามหาบัณฑิต), มหาวิทยาลัยศิลปากร,

สุภาภรณ์ ณ ลำพูน. (2553). การประมาณความสูงจากขนาดเท้าและรอยพิมพ์ฝ่าเท้า. (ปริญญามหาบัณฑิต), มหาวิทยาลัยเชียงใหม่,

อรทัย เขียวพุ่ม. (2563). การประมาณความสูงและเพศของบุคคลจากระยะก้าวเดินและขนาดรองเท้าเพื่อการสืบสวนทาง อาชญากรรม. (ปริญญาดุษฎีบัณฑิต), มหาวิทยาลัยศิลปากร,

อรพิน ประวัติบริสุทธิ์. (2564). *Python* สำหรับงาน *Data Science Data Visualization* และ *Machine Learning* (พิมพ์ครั้งที่ 1 ed.). บริษัท พิมพ์ดี จำกัด: บริษัท โปรวิชั่น จำกัด.

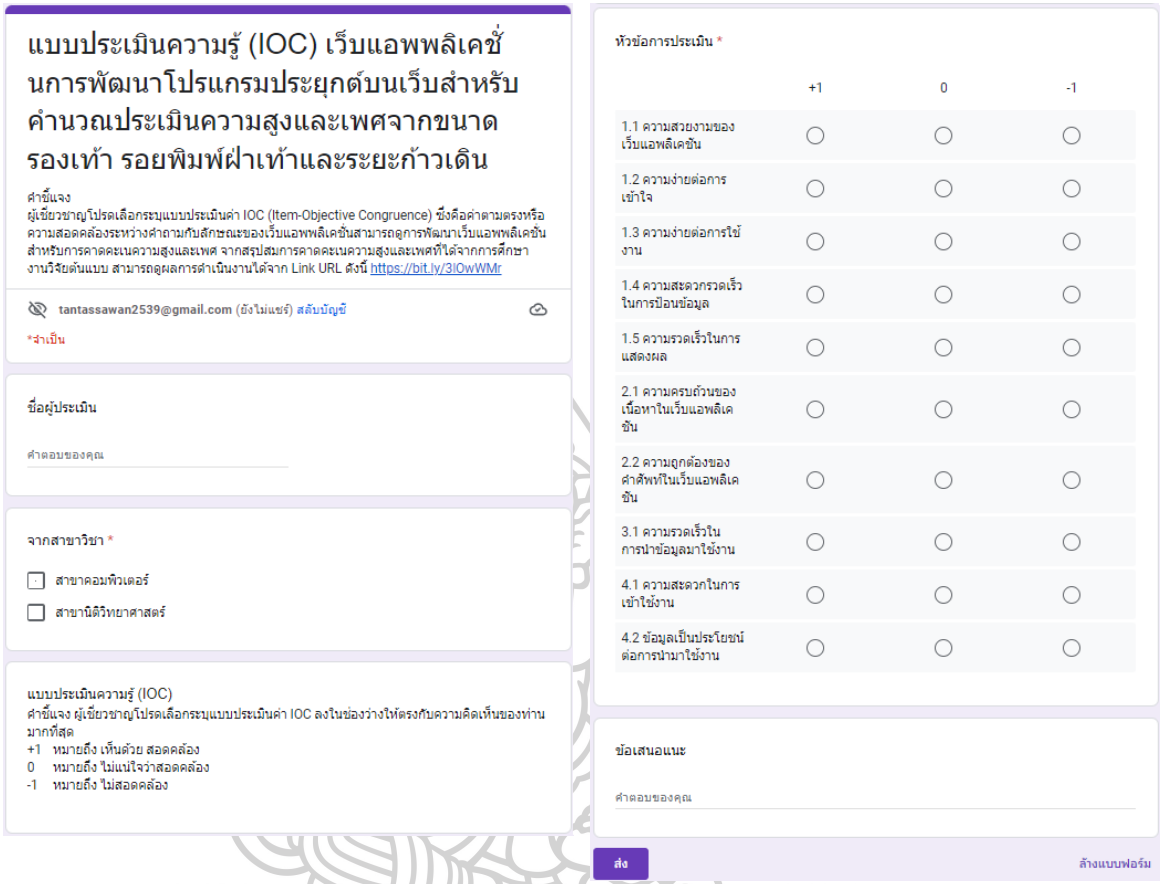
ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

1. แบบสอบถามข้อมูล แบบสำรวจค่า IOC จากผู้เชี่ยวชาญผ่าน Google Forms
2. ตารางผลสรุปของการหาค่า IOC จากผู้เชี่ยวชาญ
3. แบบสอบถามข้อมูล แบบสำรวจความพึงพอใจในการใช้งานเว็บแอปพลิเคชันการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์บนเว็บผ่าน Google Forms
4. แบบสำรวจความพึงพอใจในการใช้งานเว็บแอปพลิเคชันการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์บนเว็บ

มหาวิทยาลัยศิลปากร

1. แบบสอบถามข้อมูล แบบสำรวจค่า IOC จากผู้เชี่ยวชาญผ่าน Google Forms



แบบประเมินความรู้ (IOC) เว็บแอพพลิเคชั่นการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์บนเว็บสำหรับคำนวณประเมินความสูงและเพศจากขนาดรองเท้า รอยพิมพ์ฝ่าเท้าและระยะก้าวเดิน

คำชี้แจง
ผู้เชี่ยวชาญโปรดเลือกระบุแบบประเมินค่า IOC (Item-Objective Congruence) ซึ่งคือค่าตามตรงหรือความสอดคล้องระหว่างคำถามกับลักษณะของเว็บแอพพลิเคชันสามารถดูการพัฒนาเว็บแอพพลิเคชันสำหรับการคาดคะเนความสูงและเพศ จากสรุปสมการคาดคะเนความสูงและเพศที่ได้จากการศึกษางานวิจัยต้นแบบ สามารถดูผลการดำเนินงานได้จาก Link URL ดังนี้ https://bit.ly/3lOwWMr

tantassawan2539@gmail.com (ยังไม่แชร์) สลับบัญชี

*จำเป็น

ชื่อผู้ประเมิน

คำตอบของคุณ

จากสาขาวิชา *

- สาขาคอมพิวเตอร์
- สาขานิติวิทยาศาสตร์

แบบประเมินความรู้ (IOC)
คำชี้แจง ผู้เชี่ยวชาญโปรดเลือกระบุแบบประเมินค่า IOC ลงในช่องว่างให้ตรงกับความคิดเห็นของท่านมากที่สุด
+1 หมายถึง เห็นด้วย สอดคล้อง
0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าสอดคล้อง
-1 หมายถึง ไม่สอดคล้อง

หัวข้อการประเมิน *

	+1	0	-1
1.1 ความสวยงามของเว็บแอพลิเคชัน	○	○	○
1.2 ความง่ายต่อการเข้าใจ	○	○	○
1.3 ความง่ายต่อการใช้งาน	○	○	○
1.4 ความสะดวกรวดเร็วในการป้อนข้อมูล	○	○	○
1.5 ความรวดเร็วในการแสดงผล	○	○	○
2.1 ความครบถ้วนของเนื้อหาในเว็บแอพลิเคชัน	○	○	○
2.2 ความถูกต้องของคำศัพท์ในเว็บแอพลิเคชัน	○	○	○
3.1 ความรวดเร็วในการนำข้อมูลมาใช้งาน	○	○	○
4.1 ความสะดวกในการเข้าใช้งาน	○	○	○
4.2 ข้อมูลเป็นประโยชน์ต่อการนำมาใช้งาน	○	○	○

ข้อเสนอแนะ

คำตอบของคุณ

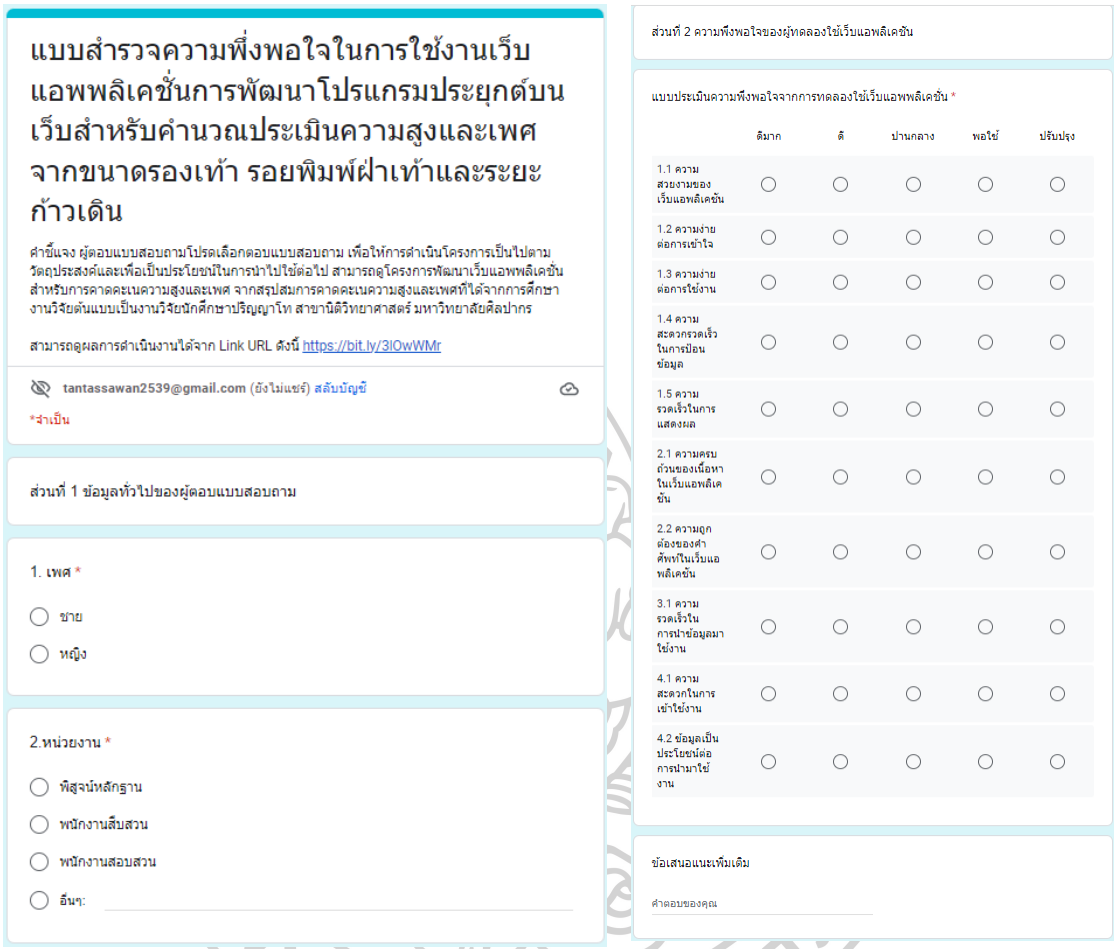
ส่ง ล้างแบบฟอร์ม

มหาวิทยาลัยศิลปากร

2. ตารางผลสรุปของการหาค่า IOC จากผู้เชี่ยวชาญ

ความพึงพอใจในการใช้เว็บแอปพลิเคชัน	ผู้เชี่ยวชาญคนที่						รวม	IOC	สรุปค่าที่ได้
	1	2	3	4	5	6			
1. การออกแบบส่วนติดต่อกับผู้ใช้									
1.1 ความสวยงามของเว็บแอปพลิเคชัน	1	1	1	1	1	1	6	1	ใช้ได้
1.2 ความง่ายต่อการเข้าใจ	1	1	-1	1	1	1	4	0.67	ใช้ได้
1.3 ความง่ายต่อการใช้งาน	1	0	1	1	1	0	4	0.67	ใช้ได้
1.4 ความสะดวกรวดเร็วในการป้อนข้อมูล	1	1	1	1	1	1	6	1	ใช้ได้
1.5 ความรวดเร็วในการแสดงผล	1	1	1	1	1	1	6	1	ใช้ได้
2. คุณสมบัติและฟังก์ชัน									
2.1 ความครบถ้วนของเนื้อหาในเว็บแอปพลิเคชัน	1	1	1	1	1	0	5	0.83	ใช้ได้
2.2 ความถูกต้องของคำศัพท์ในเว็บแอปพลิเคชัน	1	1	1	1	1	0	5	0.83	ใช้ได้
3. การนำข้อมูลมาใช้									
3.1 ความรวดเร็วในการนำข้อมูลมาใช้งาน	1	0	-1	1	1	1	3	0.50	ใช้ได้
4. เกี่ยวกับเว็บแอปพลิเคชัน									
4.1 ความสะดวกในการเข้าใช้งาน	1	1	0	1	1	0	4	0.67	ใช้ได้
4.2 ข้อมูลเป็นประโยชน์ต่อการนำมาใช้งาน	1	-1	0	1	1	1	3	0.50	ใช้ได้

3. แบบสอบถามข้อมูล แบบสำรวจความพึงพอใจในการใช้งานเว็บแอปพลิเคชันการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์บนเว็บผ่าน Google Forms



แบบสำรวจความพึงพอใจในการใช้งานเว็บแอพพลิเคชั่นการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์บนเว็บสำหรับคำนวณประเมินความสูงและเพศจากขนาดรองเท้า รอยพิมพ์ฝ่าเท้าและระยะก้าวเดิน

คำชี้แจง ผู้ตอบแบบสอบถามโปรดเลือกตอบแบบสอบถาม เพื่อให้การดำเนินโครงการเป็นไปตามวัตถุประสงค์และเพื่อเป็นประโยชน์ในการนำไปใช้ต่อไป สามารถดูโครงการพัฒนาเว็บแอพพลิเคชั่นสำหรับการคาดคะเนความสูงและเพศ จากสรุปสมการคาดคะเนความสูงและเพศที่ได้จากการศึกษางานวิจัยต้นแบบเป็นงานวิจัยนักศึกษาปริญญาโท สาขานิติวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร

สามารถดูผลการดำเนินงานได้จาก Link URL ดังนี้ https://bit.ly/3lOwWMr

tantassawan2539@gmail.com (ยังไม่แชร์) สลับบัญชี

*จำเป็น

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

1. เพศ *

- ชาย
- หญิง

2.หน่วยงาน *

- พิสูจน์หลักฐาน
- พนักงานสืบสวน
- พนักงานสอบสวน
- อื่นๆ:

ส่วนที่ 2 ความพึงพอใจของผู้ทดลองใช้เว็บแอพลิเคชัน

แบบประเมินความพึงพอใจจากการทดลองใช้เว็บแอพพลิเคชั่น *

	ดีมาก	ดี	ปานกลาง	พอใช้	ปรับปรุง
1.1 ความสวยงามของเว็บแอพลิเคชัน					
1.2 ความง่ายต่อการเข้าใจ					
1.3 ความง่ายต่อการใช้งาน					
1.4 ความสะดวกรวดเร็วในการป้อนข้อมูล					
1.5 ความรวดเร็วในการแสดงผล					
2.1 ความครบถ้วนของเนื้อหาในเว็บแอพลิเคชัน					
2.2 ความถูกต้องของคำศัพท์ในเว็บแอพลิเคชัน					
3.1 ความรวดเร็วในการนำข้อมูลมาใช้งาน					
4.1 ความสะดวกในการเข้าใช้งาน					
4.2 ข้อมูลเป็นประโยชน์ต่อการนำมาใช้งาน					

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

คำตอบของคุณ

4. แบบสำรวจความพึงพอใจในการใช้งานเว็บแอปพลิเคชันการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์บนเว็บ

แบบสำรวจความพึงพอใจในการใช้งานเว็บแอปพลิเคชันการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์บนเว็บสำหรับคำนวณประเมินความสูงและเพศจากขนาดรองเท้า รอยพิมพ์ฝ่าเท้าและระยะก้าวเดิน

คำชี้แจง ผู้ตอบแบบสอบถามโปรดเลือกตอบแบบสอบถาม เพื่อให้การดำเนินโครงการเป็นไปตามวัตถุประสงค์และเพื่อเป็นประโยชน์ในการนำไปใช้ต่อไป สามารถดูโครงการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันสำหรับการคาดคะเนความสูงและเพศ จากสรุปสมการคาดคะเนความสูงและเพศที่ได้จากการศึกษางานวิจัยต้นแบบเป็นงานวิจัยนักศึกษาปริญญาโท สาขานิติวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร สามารถดูผลการดำเนินงานได้จาก Link URL ดังนี้ https://bit.ly/3lOwWMr

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

1 เพศ ☐ ชาย ☐ หญิง

2. อาชีพ ☐ พิสูจน์หลักฐาน ☐ พนักงานสืบสวน ☐ พนักงานสอบสวน ☐ อื่นๆ

ส่วนที่ 2 ความพึงพอใจของผู้ทดลองใช้เว็บแอปพลิเคชัน

1. การออกแบบส่วนติดต่อกับผู้ใช้	**ดีมาก**	**ดี**	**ปานกลาง**	**พอใช้**	**ปรับปรุง**
1.1 ความสวยงามของเว็บแอปพลิเคชัน					
1.2 ความง่ายต่อการเข้าใจ					
1.3 ความง่ายต่อการใช้งาน					
1.4 ความสะดวกรวดเร็วในการป้อนข้อมูล					
1.5 ความรวดเร็วในการแสดงผล					
2. คุณสมบัติและฟังก์ชัน	**ดีมาก**	**ดี**	**ปานกลาง**	**พอใช้**	**ปรับปรุง**
2.1 ความครบถ้วนของเนื้อหาในเว็บแอปพลิเคชัน					
2.2 ความถูกต้องของคำศัพท์ในเว็บแอปพลิเคชัน					
3. การนำข้อมูลมาใช้	**ดีมาก**	**ดี**	**ปานกลาง**	**พอใช้**	**ปรับปรุง**
3.1 ความรวดเร็วในการนำข้อมูลมาใช้งาน					
4. เกี่ยวกับเว็บแอปพลิเคชัน	**ดีมาก**	**ดี**	**ปานกลาง**	**พอใช้**	**ปรับปรุง**
4.1 ความสะดวกในการเข้าใช้งาน					
4.2 ข้อมูลเป็นประโยชน์ต่อการนำมาใช้งาน					

เกณฑ์การให้คะแนน ดีมาก = 5, ดี = 4, ปานกลาง = 3, พอใช้ = 2, ปรับปรุง = 1

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

ภาคผนวก ข

1. Script Code (Resources.robot) สำหรับการตั้งค่าสำหรับการคาดคะเนความสูงและเพศโดย Robot Framework

2. Script Code (1RB_Shoestep.robot) การคาดคะเนความสูงและเพศ จากระยะก้าเดินโดย Robot Framework

3. Script Code (2RB_ShoePrint) การคาดคะเนความสูงและเพศ จากความยาว ความกว้างและขนาดรองเท้าโดย Robot Framework

4. Script Code การคาดคะเนความสูงและเพศ จากรอยพิมพ์ฝ่าเท้าโดย Robot Framework

1. Script Code (Resources.robot) สำหรับการตั้งค่าสำหรับการคาดคะเนความสูงและเพศโดย Robot Framework

```
*** Settings ***
Library           Selenium2Library

*** Variables ***
${BROWSER}          chrome
${DELAY}            0.3
${LOGIN URL}        https://fir-calculating-estimati-296d7.web.app/?fbclid=IwAR2Bef83A-eeaoUbWblfigQ-ofg-
bds_ywcq7AcvuNiL3KNn8WjbLwiJ5c4

${CAL_BUTTON}       //*[@id="mat-tab-content-0-1"]/div/mat-card-content/app-cal-foot/div/div[4]/div[2]/button
${CLEAR_BUTTON}     //*[@id="mat-tab-content-0-1"]/div/mat-card-content/app-cal-foot/div/div[6]/div/button

*** Keywords ***
Open Browser To Page
    Open Browser    ${LOGIN URL}    ${BROWSER}
    Maximize Browser Window
    Set Selenium Speed    ${DELAY}
Go To Login Page
    Go To    ${LOGIN URL}
    Login Page Should Be Open
Click Calculate Button
    Click Button    ${CAL_BUTTON}
Click Clear Button
    Click Button    ${CLEAR_BUTTON}
Login With Valid Credentials
    # [Arguments]    ${username}    ${password}
    Open Browser To Login Page
    Input Username
    Input Password
    Submit Credentials
Capture Page
    [Arguments]                 ${file_name_path}
    Capture Page Screenshot     ${file_name_path}
```

2. Script Code (1RB_Shoestep.robot) การคาดคะเนความสูงและเพศ จากระยะเก้าเดินโดย Robot Framework

```
*** Settings ***
Library         Selenium2Library
Library         BuiltIn
```

```
Library         String
Resource        resources.robot

*** Variables ***
${TAB_FootStep}             //*[@id="mat-tab-label-0-1"]
${Select_Predheight}        //*[@id="mat-tab-content-0-1"]/div/mat-card-content/app-cal-foot/div/div[1]/div[2]/select
${Value_Predheight}         //*[@id="mat-tab-content-0-1"]/div/mat-card-content/app-cal-foot/div/div[1]/div[2]/select/option
${SexMan}                   //*[@id="mat-radio-2"]/label/span[1]
${SexWomen}                 //*[@id="mat-radio-3"]/label/span[1]
${TXT_INPUT}                //*[@id="mat-tab-content-0-1"]/div/mat-card-content/app-cal-foot/div/div[3]/div[2]/input

*** Keywords ***
Select Pred Stature
    Click Element           ${Select_Predheight}
    Click Element           ${Value_Predheight}
Select Sex Man
    Click Element           ${SexMan}
Select Sex Women
    Click Element           ${SexWomen}

***Test Cases ***
0. Open Browser To Page
    Open Browser To Page
    Wait Until Page Contains    โปรแกรมคำนวณประเมินหาความสูงและเพศ
    Capture Page                0-OpenBrowser.png

1.1 คาดคะเนความสูง - ทดสอบกรอกข้อมูลระยะก้าวเดิน(ช)
    Click Element           ${TAB_FootStep}
    Select Pred Stature
    Select Sex Man
    Input Text              ${TXT_INPUT}        50
    Click Calculate Button
    Capture Page            1-1_StepFoot_M.png

1.2 คาดคะเนความสูง - ทดสอบกรอกข้อมูลระยะก้าวเดิน(ญ)
    Click Element           ${TAB_FootStep}
    Select Pred Stature
    Select Sex Women
    Input Text              ${TXT_INPUT}        50
    Click Calculate Button
    Capture Page            1-2_StepFoot_WM.png
```

3. Script Code (2RB_ShoePrint) การคาดคะเนความสูงและเพศ จากความยาว ความกว้างและขนาดรองเท้าโดย Robot Framework

```
*** Settings ***
Library         Selenium2Library
Library         BuiltIn
Library         String
Resource        resources.robot

*** Variables ***
${Select_Predheight}        //*[@id="mat-tab-content-0-0"]/div/mat-card-content/app-cal-shoe/div/div[1]/div[2]/select
${Value_StatureShose}       //*[@id="mat-tab-content-0-0"]/div/mat-card-content/app-cal-shoe/div/div[1]/div[2]/select/option[1]
${Value_ShoseSize}          //*[@id="mat-tab-content-0-0"]/div/mat-card-content/app-cal-shoe/div/div[1]/div[2]/select/option[2]
${Value_Sex}                //*[@id="mat-tab-content-0-0"]/div/mat-card-content/app-cal-shoe/div/div[1]/div[2]/select/option[3]
${SexMan}                   //*[@id="mat-radio-8"]/label/span[1]
${SexWomen}                 //*[@id="mat-radio-9"]/label/span[1]
${SexNull}                  //*[@id="mat-radio-10"]/label/span[1]
${TXT_INPUT_Long}           //*[@id="mat-tab-content-0-0"]/div/mat-card-content/app-cal-shoe/div/div[4]/div[2]/input
${TXT_INPUT_Wide}           //*[@id="mat-tab-content-0-0"]/div/mat-card-content/app-cal-shoe/div/div[3]/div[2]/input

${BTN_CAL}                  //*[@id="mat-tab-content-0-0"]/div/mat-card-content/app-cal-shoe/div/div[5]/div[2]/button
${BTN_Clear}                //*[@id="mat-tab-content-0-0"]/div/mat-card-content/app-cal-shoe/div/div[7]/div/button
${TXT_INPUT_Size}           //*[@id="mat-tab-content-0-0"]/div/mat-card-content/app-cal-shoe/div/div[3]/div[2]/input

${TXT_INPUT_WideS}          //*[@id="mat-tab-content-0-0"]/div/mat-card-content/app-cal-shoe/div/div[2]/div[2]/input
${TXT_INPUT_LongS}          //*[@id="mat-tab-content-0-0"]/div/mat-card-content/app-cal-shoe/div/div[3]/div[2]/input
${TXT_INPUT_SizeS}          //*[@id="mat-tab-content-0-0"]/div/mat-card-content/app-cal-shoe/div/div[4]/div[2]/input

${BTN_CAL1}                 //*[@id="mat-tab-content-0-0"]/div/mat-card-content/app-cal-shoe/div/div[4]/div[2]/button
${BTN_CLEAR1}               //*[@id="mat-tab-content-0-0"]/div/mat-card-content/app-cal-shoe/div/div[6]/div/button

${TXT_INPUT_Wide1}          //*[@id="mat-tab-content-0-0"]/div/mat-card-content/app-cal-shoe/div/div[2]/div[2]/input
${TXT_INPUT_Long1}          //*[@id="mat-tab-content-0-0"]/div/mat-card-content/app-cal-shoe/div/div[3]/div[2]/input
${TXT_INPUT_Size1}          //*[@id="mat-tab-content-0-0"]/div/mat-card-content/app-cal-shoe/div/div[4]/div[2]/input
*** Keywords ***
Select Pred Stature Shose
    Click Element           ${Select_Predheight}
    Click Element           ${Value_StatureShose}
Select Pred Stature ShoseSize
    Click Element           ${Select_Predheight}
    Click Element           ${Value_ShoseSize}
Select Pred Sex
    Click Element           ${Select_Predheight}
    Click Element           ${Value_Sex}
Select Sex Null
    Click Element           ${SexNull}
Select Sex Man
    Click Element           ${SexMan}
Select Sex Women
```

```
    Click Element           ${SexWomen}

Click Cal Button
    Click Element           ${BTN_CAL}
Click Clear Button
    Click Element           ${BTN_Clear}

***Test Cases ***
0. Open Browser To Page
    Open Browser To Page
    Wait Until Page Contains    โปรแกรมคำนวณประเมินหาความสูงและเพศ
2.1 คาดคะเนความสูง - ทดสอบกรอกข้อมูลขนาดรองเท้า - ไม่ทราบเพศ
    Click Element               //*[@id="mat-tab-label-0-0"]
    Select Pred Stature Shose
    Select Sex Null
    Input Text                  ${TXT_INPUT_Wide}        9
    Input Text                  ${TXT_INPUT_Long}        26
    Click Cal Button
    Capture Page                2-1_ShoePrintLong_M.png
    Click Clear Button
2.2 คาดคะเนความสูง - ทดสอบกรอกข้อมูลความยาวรองเท้า(ช)
    Click Element               //*[@id="mat-tab-label-0-0"]
    Select Pred Stature Shose
    Select Sex Man
    Input Text                  ${TXT_INPUT_Long}        30
    Click Cal Button
    Capture Page                2-2_ShoePrintLong_M.png
    Click Clear Button
2.3 คาดคะเนความสูง - ทดสอบกรอกข้อมูลความยาวรองเท้า(ญ)
    Click Element               //*[@id="mat-tab-label-0-0"]
    Select Pred Stature Shose
    Select Sex Women
    Input Text                  ${TXT_INPUT_Long}        29
    Click Cal Button
    Capture Page                2-3_ShoePrintLong_WM.png
    Click Clear Button

2.4 คาดคะเนความสูง - ทดสอบกรอกข้อมูลความกว้างรองเท้า(ช)
    Click Element               //*[@id="mat-tab-label-0-0"]
    Select Pred Stature Shose
    Select Sex Man
    Input Text                  ${TXT_INPUT_Wide}        12
    Click Cal Button
    Capture Page                2-4_ShoePrintWide_M.png
    Click Clear Button
```

```
2.5 คาดคะเนความสูง - ทดสอบกรอกข้อมูลความกว้างรองเท้า(ญ)
    Click Element               //*[@id="mat-tab-label-0-0"]
    Select Pred Stature Shose
    Select Sex Women
    Input Text                  ${TXT_INPUT_Wide}        10
    Click Cal Button
    Capture Page                2-5_ShoePrintWide_WM.png
    Click Clear Button

2.6 คาดคะเนความสูง - ทดสอบกรอกข้อมูลขนาดรองเท้า(ช)
    Click Element               //*[@id="mat-tab-label-0-0"]
    Select Pred Stature ShoseSize
    Select Sex Man
    Input Text                  ${TXT_INPUT_Size}        43
    Click Element               ${BTN_CAL1}
    Capture Page                2-6_ShoePrintSize_M.png
    Click Element               ${BTN_CLEAR1}

2.7 คาดคะเนความสูง - ทดสอบกรอกข้อมูลขนาดรองเท้า(ญ)
    Click Element               //*[@id="mat-tab-label-0-0"]
    Select Pred Stature ShoseSize
    Select Sex Women
    Input Text                  ${TXT_INPUT_Size}        35
    Click Element               ${BTN_CAL1}
    Capture Page                2-7_ShoePrintSize_WM.png
    Click Element               ${BTN_CLEAR1}


2.8 คาดคะเนเพศ - ทดสอบกรอกข้อมูล (ความกว้าง, ความยาว, เบอร์รองเท้า)
    Click Element               //*[@id="mat-tab-label-0-0"]
    Select Pred Sex
    Input Text                  ${TXT_INPUT_Wide1}        12
    Input Text                  ${TXT_INPUT_Long1}        30
    Input Text                  ${TXT_INPUT_Size1}        44
    Click Cal Button
    Capture Page                2-8_ShoePrintWide_WM.png
    Click Clear Button
```

4. Script Code การคาดคะเนความสูงและเพศ จากรอยพิมพ์ฝ่าเท้าโดย Robot Framework

```
*** Settings ***
Library         Selenium2Library
Library         BuiltIn
Library         String
```

```
Resource        resources.robot

*** Variables ***
${TAB_Footprint}            //*[@id="mat-tab-label-0-2"]
${SelectPre}                //*[@id="mat-tab-content-0-2"]/div/mat-card-content/app-cal-fooprint/div/div[1]/div[2]/select
${SelectPre_Stature}        //*[@id="mat-tab-content-0-2"]/div/mat-card-content/app-cal-fooprint/div/div[1]/div[2]/select/option[1]
${SelectPre_Sex}            //*[@id="mat-tab-content-0-2"]/div/mat-card-content/app-cal-fooprint/div/div[1]/div[2]/select/option[2]
${Radio_Sex_Null}           //*[@id="mat-radio-12"]/label/span[1]
${Radio_Sex_Man}            //*[@id="mat-radio-13"]/label/span[1]
${Radio_Sex_Women}          //*[@id="mat-radio-14"]/label/span[1]
${Radio_Foot_L}             //*[@id="mat-radio-5"]/label/span[1]
${Radio_Foot_R}             //*[@id="mat-radio-6"]/label/span[1]
${TXT_INPUT}                //*[@id="mat-tab-content-0-2"]/div/mat-card-content/app-cal-fooprint/div/div[4]/div[2]/input
${BTN_CAL}                  //*[@id="mat-tab-content-0-2"]/div/mat-card-content/app-cal-fooprint/div/div[5]/div[2]/button
${BTN_CLEAR}                //*[@id="mat-tab-content-0-2"]/div/mat-card-content/app-cal-fooprint/div/div[7]/div/button
${TXT_INPUT_L}              //*[@id="mat-tab-content-0-2"]/div/mat-card-content/app-cal-fooprint/div/div[3]/div[2]/input
${TXT_INPUT_W}              //*[@id="mat-tab-content-0-2"]/div/mat-card-content/app-cal-fooprint/div/div[4]/div[2]/input

*** Keywords ***
Select Pred Stature FootPrint
    Click Element           ${SelectPre}
    Click Element           ${SelectPre_Stature}
Select Pred Sex FootPrint
    Click Element           ${SelectPre}
    Click Element           ${SelectPre_Sex}
Select Sex Null
    Click Element           ${Radio_Sex_Null}
Select Sex Man
    Click Element           ${Radio_Sex_Man}
Select Sex Women
    Click Element           ${Radio_Sex_Women}
Select FootLeft
    Click Element           ${Radio_Foot_L}
Select FootRight
    Click Element           ${Radio_Foot_R}
Click Button Cal
    Click Element           ${BTN_CAL}
Click Button Clear
    Click Element           ${BTN_CLEAR}

***Test Cases ***
0. Open Browser To Page
    Open Browser To Page
    Wait Until Page Contains    โปรแกรมคำนวณประเมินหาความสูงและเพศ
3.1 คาดคะเนความสูง - ไม่ทราบเพศ ฝั่งเท้าซ้าย
    Click Element               ${TAB_Footprint}
```

```
    Select Pred Stature FootPrint
    Select Sex Null
    Select FootLeft
    Input Text              ${TXT_INPUT}        30
    Click Button Cal
    Capture Page            3-1_FootPrint_NL.png
    Click Button Clear
3.2 คาดคะเนความสูง - ไม่ทราบเพศ ฝั่งเท้าขวา
    Click Element           ${TAB_Footprint}
    Select Pred Stature FootPrint
    Select Sex Null
    Select FootRight
    Input Text              ${TXT_INPUT}        30
    Click Button Cal
    Capture Page            3-2_FootPrint_NR.png
    Click Button Clear
3.3 คาดคะเนความสูง - เพศชาย ฝั่งเท้าซ้าย
    Click Element           ${TAB_Footprint}
    Select Pred Stature FootPrint
    Select Sex Man
    Select FootLeft
    Input Text              ${TXT_INPUT}        28
    Click Button Cal
    Capture Page            3-3_FootPrint_ML.png
    Click Button Clear
3.4 คาดคะเนความสูง - เพศชาย ฝั่งเท้าขวา
    Click Element           ${TAB_Footprint}
    Select Pred Stature FootPrint
    Select Sex Man
    Select FootRight
    Input Text              ${TXT_INPUT}        28
    Click Button Cal
    Capture Page            3-4_FootPrint_MR.png
    Click Button Clear
3.5 คาดคะเนความสูง - เพศหญิง ฝั่งเท้าซ้าย
    Click Element           ${TAB_Footprint}
    Select Pred Stature FootPrint
    Select Sex Women
    Select FootLeft
    Input Text              ${TXT_INPUT}        25
    Click Button Cal
    Capture Page            3-5_FootPrint_WL.png
    Click Button Clear
3.6 คาดคะเนความสูง - เพศหญิง ฝั่งเท้าขวา
    Click Element           ${TAB_Footprint}
    Select Pred Stature FootPrint
```

```
    Select Sex Women
    Select FootRight
    Input Text              ${TXT_INPUT}        25
    Click Button Cal
    Capture Page            3-6_FootPrint_WR.png
    Click Button Clear
3.7 คาดคะเนเพศ - ฝั่งเท้าซ้าย
    Click Element           ${TAB_Footprint}
    Select Pred Sex FootPrint
    Select FootLeft
    Input Text              ${TXT_INPUT_L}      30
    Input Text              ${TXT_INPUT_W}      12
    Click Button Cal
    Capture Page            3-7_FootPrint_SexL.png
    Click Button Clear
3.8 คาดคะเนเพศ - ฝั่งเท้าขวา
    Click Element           ${TAB_Footprint}
    Select Pred Sex FootPrint
    Select FootRight
    Input Text              ${TXT_INPUT_L}      18
    Input Text              ${TXT_INPUT_W}      6
    Click Button Cal
    Capture Page            3-8_FootPrint_SexR.png
    Click Button Clear
```

มหาวิทยาลัยศิลปากร

ภาคผนวก ค

1. ตารางบันทึกประสิทธิภาพการแบ่งชุดข้อมูลทดสอบ สำหรับคาดคะเนความสูง - ระยะก้าวเดิน (Linear Regression)
2. ตารางบันทึกประสิทธิภาพการแบ่งชุดข้อมูลทดสอบ สำหรับคาดคะเนความสูง - ความกว้างรองเท้า (Linear Regression)
3. ตารางบันทึกประสิทธิภาพการแบ่งชุดข้อมูลทดสอบ สำหรับคาดคะเนความสูง - ความยาวรองเท้า (Linear Regression)
4. ตารางบันทึกประสิทธิภาพการแบ่งชุดข้อมูลทดสอบ สำหรับคาดคะเนความสูง - ขนาดรองเท้า (Linear Regression)
5. ตารางผลการเปรียบเทียบระหว่างงานวิจัยต้นแบบกับงานวิจัยนี้ ของการวัดประสิทธิภาพคาดคะเนความสูง
6. ตารางผลการเปรียบเทียบระหว่างงานวิจัยต้นแบบกับงานวิจัยนี้ ของการวัดประสิทธิภาพคาดคะเนความสูงจากความกว้างและความยาวรองเท้า
7. ตารางผลสรุปการวิเคราะห์หาค่าความแม่นยำ และค่าความถูกต้องของงานวิจัยต้นแบบและการเรียนรู้ด้วยเครื่อง

1. ตารางบันทึกประสิทธิภาพการแบ่งชุดข้อมูลทดสอบ สำหรับคาดคะเนความสูงจากระยะก้าวเดิน (Linear Regression)

บันทึกประสิทธิภาพการแบ่งชุดข้อมูลทดสอบ คาดคะเนความสูง - ระยะก้าวเดิน (Linear Regression)		
การแบ่งชุดข้อมูล (% ทดสอบค่า)	เพศชาย	เพศหญิง
	ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจงานวิจัยต้นแบบ (R^2) = 0.8148	ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจงานวิจัยต้นแบบ (R^2) = 0.9104
0.1	R^2 = 0.6998294534238403	R^2 = 0.8984872761026187
0.2	R^2 = 0.7724903332633971	R^2 = 0.8361795342360312
0.3	**R^2 = 0.8028013952437665**	R^2 = 0.8822053033222766
0.4	R^2 = 0.7469462499093177	R^2 = 0.9010209487294123
0.5	R^2 = 0.7557720700667097	R^2 = 0.9027331411679442
0.6	R^2 = 0.736115150764266	**R^2 = 0.9075015647637285**
0.7	R^2 = 0.7591067245909615	R^2 = 0.8995504799461966
0.8	R^2 = 0.7784036725883533	R^2 = 0.9000199015645457
0.9	R^2 = 0.7984674036301049	R^2 = 0.8963076144794582

2. ตารางบันทึกประสิทธิภาพการแบ่งชุดข้อมูลทดสอบ สำหรับคาดคะเนความสูงจากความกว้างรองเท้า (Linear Regression)

บันทึกประสิทธิภาพการแบ่งชุดข้อมูลทดสอบ คาดคะเนความสูง - ความกว้างรองเท้า (Linear Regression)		
การแบ่งชุดข้อมูล (% ทดสอบค่า)	เพศชาย	เพศหญิง
	ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจงานวิจัยต้นแบบ (R^2) = 0.8998	ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจงานวิจัยต้นแบบ (R^2) = 0.7296
0.1	R^2 = 0.6842696303744541	R^2 = -0.16554416400790695
0.2	R^2 = 0.8621646932369732	R^2 = 0.5552242726498361
0.3	R^2 = 0.8706459980110604	R^2 = 0.5736417034119955
0.4	R^2 = 0.8681696399108477	R^2 = 0.5722033490555076
0.5	R^2 = 0.8739579025957074	R^2 = 0.5330101142783165
0.6	**R^2 = 0.8792601249032858**	R^2 = 0.6438323048961967
0.7	R^2 = 0.8758103941903961	**R^2 = 0.680223311571793**
0.8	R^2 = 0.8573193509157584	R^2 = 0.6629664931916941
0.9	R^2 = 0.8570483204895654	R^2 = 0.6380926976181776

3. ตารางบันทึกประสิทธิภาพการแบ่งชุดข้อมูลทดสอบ สำหรับคาดคะเนความสูงจากความยาวรองเท้า (Linear Regression)

บันทึกประสิทธิภาพการแบ่งชุดข้อมูลทดสอบ คาดคะเนความสูง - ความยาวรองเท้า (Linear Regression)		
การแบ่งชุดข้อมูล (% ทดสอบค่า)	เพศชาย	เพศหญิง
	ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจงานวิจัยต้นแบบ (R^2) = 0.9045	ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจงานวิจัยต้นแบบ (R^2) = 0.9150
0.1	R^2 = 0.6193303439063222	R^2 = 0.6202211480285167
0.2	R^2 = 0.8826448569597274	**R^2 = 0.8747818609095352**
0.3	R^2 = 0.8836267514190952	R^2 = 0.7364647295987727
0.4	R^2 = 0.8854951854580547	R^2 = 0.8000613018620159
0.5	R^2 = 0.8878812501627534	R^2 = 0.7915736784602503
0.6	R^2 = 0.8955005372153063	R^2 = 0.8213339305188054
0.7	R^2 = 0.8948525535199465	R^2 = 0.8315134962063486
0.8	**R^2 = 0.8999917632699649**	R^2 = 0.832631325282688
0.9	R^2 = 0.8740140762112453	R^2 = 0.7999977348844494

4. ตารางบันทึกประสิทธิภาพการแบ่งชุดข้อมูลทดสอบ สำหรับคาดคะเนความสูงจากขนาดรองเท้า (Linear Regression)

บันทึกประสิทธิภาพการแบ่งชุดข้อมูลทดสอบ คาดคะเนความสูง - ขนาดรองเท้า (Linear Regression)		
การแบ่งชุดข้อมูล (ทดสอบค่า)	เพศชาย	เพศหญิง
	ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจงานวิจัยต้นแบบ (R-squared) = 0.7315	ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจงานวิจัยต้นแบบ (R-squared) = 0.4526
0.1	R^2 = 0.5631855468048528	R^2 = 0.15231869869076886
0.2	R^2 = 0.7013772333247985	R^2 = 0.39102708414103327
0.3	R^2 = 0.7087067266982126	R^2 = 0.280319997884776
0.4	**R^2 = 0.7238807877016673**	R^2 = 0.39435952504141114
0.5	R^2 = 0.7082770332324184	R^2 = 0.32291259309877085
0.6	R^2 = 0.6967673262828978	**R^2 = 0.4505000744109411**
0.7	R^2 = 0.6818679825835912	R^2 = 0.4485106261047007
0.8	R^2 = 0.6043157019299412	R^2 = 0.39181577389931754
0.9	R^2 = 0.5428233994182037	R^2 = 0.36436900828729923

5. ตารางผลการเปรียบเทียบระหว่างงานวิจัยต้นแบบกับงานวิจัยนี้ ของการวัดประสิทธิภาพคาดคะเนความสูง

การคาดคะเน	งานวิจัยต้นแบบ	การเรียนรู้ด้วยเครื่อง	
	Linear Regression	Linear Regression	Polynomial Regression
ความสูง - ระยะก้าวเดินเพศชาย	0.8148	0.8028	0.8110
ความสูง - ระยะก้าวเดินเพศหญิง	0.9104	0.9075	0.9126
ความสูง - ความกว้างรองเท้าเพศชาย	0.8998	0.8792	0.9005
ความสูง - ความกว้างรองเท้าเพศหญิง	0.7296	0.6802	0.7110
ความสูง - ความยาวรองเท้าเพศชาย	0.9045	0.8999	0.9057
ความสูง - ความยาวรองเท้าเพศหญิง	**0.9150**	0.8747	**0.9316**
ความสูง - ขนาดรองเท้าเพศชาย	0.7315	0.7238	0.7811
ความสูง - ขนาดรองเท้าเพศหญิง	0.4526	0.4505	0.5084

6. ตารางผลการเปรียบเทียบระหว่างงานวิจัยต้นแบบกับงานวิจัยนี้ ของการวัดประสิทธิภาพคาดคะเนความสูงจากความกว้างและความยาวรองเท้า

งานวิจัยต้นแบบ	การเรียนรู้ด้วยเครื่อง
0.9320	**0.9440**

มหาวิทยาลัยศิลปากร

7. ตารางผลสรุปการวิเคราะห์หาค่าความแม่นยำ และค่าความถูกต้องของงานวิจัยต้นแบบและการเรียนรู้ด้วยเครื่อง

การคาดคะเน	กลุ่มตัวอย่าง	ตัวแบบที่ใช้	งานวิจัยต้นแบบ		การเรียนรู้ด้วยเครื่อง		
			วิธีการ	ค่าความแม่นยำ	วิธีการแบ่งชุดข้อมูล (ชุดเรียนรู้ - ชุดทดสอบ)	ค่าความแม่นยำ	ค่าความแม่นยำ (Polynomial Regression Degree = 5)
ความสูง - ระยะก้าวเดิน เพศชาย	ชุด A : ชาย 100 คน หญิง 100 คน	Linear regression	แยกตามกลุ่มเพศ	R^2 = 0.8148	70 - 30	R^2 = 0.8028	R^2 = 0.8110
ความสูง - ระยะก้าวเดิน เพศหญิง		Linear regression	แยกตามกลุ่มเพศ	R^2 = 0.9104	40 - 60	R^2 = 0.9075	R^2 = 0.9126
ความสูง - ความกว้าง รองเท้าเพศชาย	ชุด B : ชาย 100 คน หญิง 100 คน	Linear regression	แยกตามกลุ่มเพศ	R^2 = 0.8998	40 - 60	R^2 = 0.8792	R^2 = 0.9005
ความสูง - ความกว้าง รองเท้าเพศหญิง		Linear regression	แยกตามกลุ่มเพศ	R^2 = 0.7296	30 - 70	R^2 = 0.6802	R^2 = 0.7110
ความสูง - ความยาว รองเท้าเพศชาย		Linear regression	แยกตามกลุ่มเพศ	R^2 = 0.9045	20 - 80	R^2 = 0.8999	R^2 = 0.9057
ความสูง - ความยาว รองเท้าเพศหญิง		Linear regression	แยกตามกลุ่มเพศ	R^2 = 0.9150	80 - 20	R^2 = 0.8747	R^2 = 0.9316
ความสูง - ขนาดรองเท้า เพศชาย		Linear regression	แยกตามกลุ่มเพศ	R^2 = 0.7315	60 - 40	R^2 = 0.7238	R^2 = 0.7811
ความสูง - ขนาดรองเท้า เพศหญิง		Linear regression	แยกตามกลุ่มเพศ	R^2 = 0.4526	40 - 60	R^2 = 0.4505	R^2 = 0.5084
ความสูง - ขนาดรองเท้า		Multiple linear regression	นำเข้าทั้งหมด	R^2 = 0.932	20 - 80	R^2 = 0.9440	
การคาดคะเนเพศ		Logistic regression	นำเข้าทั้งหมด	Accuracy Score = 92%	70 - 30	Accuracy Score = 0.97	

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	ทัศวรรณ ร่มวาปี
วัน เดือน ปี เกิด	09 กรกฎาคม 2539
สถานที่เกิด	โรงพยาบาลนครปฐม
วุฒิการศึกษา	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
ที่อยู่ปัจจุบัน	98/164 หมู่บ้านเก้ามงคลวิลเลข หมู่ 10 ถนนพุทธมณฑลสาย 5 ตำบลไร่ขิง อำเภอสามพราน จังหวัดนครปฐม 73210

มหาวิทยาลัยศิลปากร