

การพัฒนาโปรแกรมประยุกต์บนเว็บสำหรับคำนวณประเมินความสูงและเพศ จากขนาดรองเท้า รอยพิมพ์ฝ่าเท้าและระยะก้าวเดิน

Development of web application for calculating an estimation of stature and sex from shoe size footprints and step length

ทศวรรษ ร่มวาปี^{1*} และ ทศนวรรณ ศูนย์กลาง²

Tassawan Romvapee^{1*} and Tasanawan Soonklang²

หลักสูตรนิติวิทยาศาสตร์¹ และภาควิชาคอมพิวเตอร์² คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร

Forensic Science Program¹, Department of Computer², Faculty of Science, Silpakorn University

E-Mail romvapee_t@su.ac.th¹, soonklang_t@su.ac.th²

บทคัดย่อ

ในงานด้านนิติวิทยาศาสตร์ รอยรองเท้าและรอยฝ่าเท้าถือเป็นหลักฐานที่พบได้มากในสถานที่เกิดเหตุ หลักฐานเหล่านี้สามารถใช้คาดคะเนรูปพรรณ เช่น ความสูง หรือ เพศ ของเจ้าของลักษณะเหล่านี้ได้ การวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาโปรแกรมประยุกต์บนเว็บที่สามารถคำนวณประเมินคาดคะเนความสูงและเพศ จากระยะก้าวเดิน ขนาดรองเท้า และรอยพิมพ์ฝ่าเท้า 2) ประเมินความพึงพอใจต่อการใช้งานโปรแกรมคำนวณประเมินความสูงและเพศ กลุ่มเป้าหมายในงานวิจัยนี้ ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญทางด้านการพัฒนาาระบบจำนวน 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 ($\bar{X} = 4.35$, S.D. = 0.60) และ 3) การเปรียบเทียบประสิทธิภาพตัวแบบสมการโดยใช้การเรียนรู้ด้วยเครื่อง พบว่าตัวแบบ Polynomial Regression คาดคะเนผลลัพธ์ได้ใกล้เคียงกับข้อมูลจริง และผลการทำนายที่คลาดเคลื่อนใกล้เคียงงานวิจัยต้นแบบ สำหรับการคาดคะเนความสูงให้ผลทำนายดีที่สุดจากความยาวรองเท้าเพศหญิง และผลทำนายที่คลาดเคลื่อนมากที่สุดที่ทำนายจากขนาดรองเท้าเพศหญิงสำหรับการคาดคะเนเพศ พบว่าระบบมีความถูกต้องอยู่ที่ 94.40%

คำสำคัญ: โปรแกรมประยุกต์บนเว็บ, การเรียนรู้ด้วยเครื่อง, การคาดคะเนความสูง, การคาดคะเนเพศ, รอยรองเท้า, รอยพิมพ์ฝ่าเท้า, ระยะก้าวเดิน

ABSTRACT

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. These research purposes are, firstly, 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 six 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 data from the user satisfaction survey. The experts evaluate this survey using an Item Objective Congruence index (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 ($\bar{x}=4.35, S.D.=0.60$), 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%

Keywords: Web application, Machine learning, Estimation of stature, Estimation of sex, Shoeprint, Footprint, Step length

บทนำ

ในปัจจุบันมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วในทุก ๆ ด้าน โดยเฉพาะอย่างยิ่งทางด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ มีความเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว ปัจจุบันโปรแกรมประยุกต์บนเว็บแอปพลิเคชัน (Web Application) เข้ามามีบทบาทในชีวิตประจำวันของประชากร ไม่ว่าจะเป็นการใช้งานเพื่อการศึกษา การสื่อสาร บันทึกลง และอื่น ๆ ปัจจัยสำคัญที่ทำให้เว็บแอปพลิเคชันเป็นที่ต้องการอย่างแพร่หลาย เนื่องจากประชากรสามารถเข้าถึงเว็บแอปพลิเคชันได้ง่าย ไม่ว่าจะเป็นในรูปแบบของ สมาร์ทโฟน แท็บเล็ต และพีซี

ทางด้านนิติวิทยาศาสตร์ ในการตรวจพิสูจน์เอกลักษณ์บุคคล (Human Identification) เป็นกระบวนการที่มีความสำคัญมากเพราะต้องระบุให้ได้ว่าคนร้าย ผู้ต้องสงสัย หรือผู้รับเคราะห์เป็นใคร ในการตรวจพิสูจน์เอกลักษณ์บุคคลเพื่อตรวจสอบว่าเป็นบุคคลใดบุคคลหนึ่งแน่นอน โดยไม่มีข้อโต้แย้ง เช่น การตรวจพิสูจน์ทางดีเอ็นเอ ลายพิมพ์นิ้วมือ และลายพิมพ์ฝ่าเท้า เป็นต้น การตรวจพิสูจน์หลักฐานเพื่อให้ทราบถึง อายุ เพศ และเชื้อชาติของบุคคล และใช้เป็นแนวทางในการตรวจพิสูจน์ชั้นต้น ดังนั้นสถานที่เกิดเหตุจึงเป็นแหล่งของวัตถุพยานและเป็นหัวใจสำคัญของการสืบสวนสอบสวน นอกจากนี้สิ่งสำคัญที่จะช่วยเชื่อมโยงพยานหลักฐาน ประเภทของพยานหลักฐานเข้ากับเหตุอาชญากรรมที่เกิดขึ้นนั้นได้ก็คือ วิธีการในการตรวจสถานที่เกิดเหตุ การตรวจพิสูจน์พยานหลักฐาน เพื่อนำไปสู่การพิสูจน์เอกลักษณ์บุคคลซึ่งเป็นเป้าหมายสำคัญอย่างยิ่งของงานด้านนิติวิทยาศาสตร์ ในสถานที่เกิดเหตุรอยเท้าหรือร่องเท้า ก็มีความสำคัญมากมิใช่น้อยเพราะเป็นพยานหลักฐานที่พบได้เป็นลำดับแรก ๆ ในสถานที่เกิดเหตุและเป็นวัตถุพยานที่สำคัญในสถานที่เกิดเหตุ สามารถที่จะตรวจพบได้ในสถานที่เกิดเหตุเกือบทุกประเภท โดยมีความเป็นเอกลักษณ์ (Uniqueness) และไม่เปลี่ยนแปลง (Permanence) เช่นเดียวกับรอยพิมพ์ลายนิ้วมือ โดยคุณลักษณะเฉพาะของเท้า เช่น รูปร่าง ขนาดของเท้า ระยะห่างระหว่างนิ้วเท้า ความกว้างและความยาวของเท้า รอยแตก บาดแผล หรือแผลจากการประสบอุบัติเหตุ ลักษณะเหล่านี้จะแสดงลักษณะเฉพาะตัวไปยังบุคคลผู้เป็นเจ้าของรอยเท้าได้อีกด้วย [7]

จากข้อมูลที่ศึกษา ผู้วิจัยเห็นความสำคัญและมีความสนใจที่จะทำการศึกษางานวิจัยของอรทัย เขียวพุ่ม [1] และงานวิจัยของวรรัตน์ ก่อเกิด [2] เพื่อดำเนินการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์บนเว็บแอปพลิเคชัน ที่สามารถคำนวณประเมินความสูงและเพศจากขนาดร่องเท้า รอยพิมพ์ฝ่าเท้าและระยะก้าวเดิน สำหรับช่วยลดขั้นตอนในการตรวจพิสูจน์ ไปใช้ประโยชน์ในการตรวจพิสูจน์บุคคลในกระบวนการสืบสวนสอบสวน หลังจากนั้นทำ

การเปรียบเทียบการวัดค่าความแม่นยำและประสิทธิภาพของตัวแบบสมการ จากข้อมูลของงานวิจัยต้นแบบของ อรทัย เขียวพุ่ม โดยใช้การเรียนรู้ของเครื่อง (Machine Learning) อีกทั้งยังสามารถนำความรู้ที่ได้จากการศึกษาใน ครั้งนี้ไปใช้ประโยชน์ในการตรวจพิสูจน์บุคคลในกระบวนการสืบสวนสอบสวนและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้จริง ในทางนิติวิทยาศาสตร์

1. วัตถุประสงค์การวิจัย

1.1 เพื่อพัฒนาโปรแกรมประยุกต์บนเว็บ ที่สามารถคำนวณประเมินค่าคะแนนความสูงและเพศ จากระยะ ก้าวเดิน ขนาดรองเท้า และรอยพิมพ์ฝ่าเท้า

1.2 เพื่อศึกษาผลการประเมินความพึงพอใจต่อการใช้งานโปรแกรมคำนวณประเมินความสูงและเพศ จากกลุ่มเป้าหมายในงานวิจัย

1.3 เพื่อศึกษาความสัมพันธ์เปรียบเทียบประสิทธิภาพระหว่างตัวแบบสมการที่ได้ของงานวิจัยนี้กับ งานวิจัยต้นแบบ โดยใช้การเรียนรู้ของเครื่อง

2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

รอยฝ่าเท้า หรือรอยรองเท้า ถือเป็นวัตถุพยานที่เกิดรอยประทับที่ได้จากการเหยียบย่ำประทับของเท้า สามารถพบได้ง่ายและพบได้มากในสถานที่เกิดเหตุ นอกจากนั้นรอยเท้ายังทำให้ทราบข้อมูลต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์ จากการตรวจสอบสถานที่เกิดเหตุ เช่น สามารถระบุลักษณะรูปร่างพรรณสัณฐานและรสนิยมของคนร้ายได้เบื้องต้นโดยดู จาก ขนาดเท้าซึ่งสามารถระบุได้ว่าเจ้าของรอยเท้าเป็นเพศใด ความยาวของฝ่าเท้าและระยะห่างระหว่างรอยเท้า สามารถประมาณความสูงของบุคคล ขนาดของฝ่าเท้าสามารถประมาณน้ำหนักของบุคคล รอยของลายพื้นรองเท้า ทำให้ทราบยี่ห้อของรองเท้าจึงสามารถระบุได้ว่าคนร้ายมีรสนิยมแบบใด [9]

โปรแกรมประยุกต์บนเว็บแอปพลิเคชัน หรือเว็บแอปพลิเคชัน (Web Application) คือ แอปพลิเคชัน (Application) ที่ถูกเขียนขึ้นมา เพื่อการใช้งานเว็บเพจ (Webpage) ต่าง ๆ ซึ่งถูกปรับแต่งให้แสดงผลแต่ส่วนที่ จำเป็น เพื่อเป็นการลดทรัพยากรในการประมวลผล ของตัวเครื่องสมาร์ทโฟน หรือ แท็บเล็ต ทำให้โหลดหน้าเว็บไซต์ ได้เร็วขึ้น อีกทั้งผู้ใช้งานยังสามารถใช้งานผ่าน อินเทอร์เน็ต (Internet) และอินทราเน็ต (Intranet) ในความเร็วต่ำได้ ข้อดีของเว็บแอปพลิเคชันนั้นคือ ในส่วนของการใช้งานที่สามารถใช้งานได้ง่าย สะดวกทุกที่ ทุกเวลา ถ้าหากไม่มี เครื่องคอมพิวเตอร์ แต่ต้องการใช้เว็บเบราว์เซอร์ก็สามารถใช้เว็บแอปพลิเคชันประเภทนี้ได้ รวมถึงมีการอัปเดต แก้ไขข้อผิดพลาดต่าง ๆ อยู่ตลอดเวลา และใช้งานได้ทุกแพลตฟอร์ม [3]

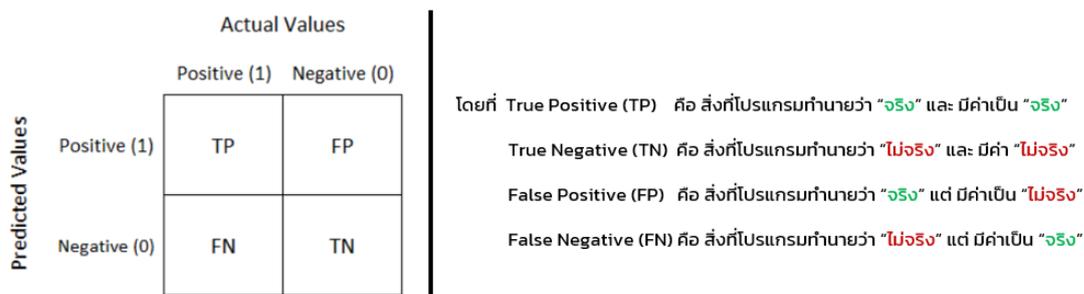
การเรียนรู้ของเครื่อง (Machine Learning) คือ การออกแบบโปรแกรมให้สามารถเรียนรู้และพัฒนา ตัวเองจาก “ประสบการณ์” ซึ่งก็คือ ตัวอย่างข้อมูลที่ป้อนเข้าไป หลักการของการเรียนรู้ด้วยเครื่อง คือ ผู้พัฒนาโปรแกรมจะนำตัวอย่างข้อมูลที่มีอยู่ที่เรียกว่า ชุดข้อมูลเรียนรู้ (Training data) และเอาที่พุดมาป้อนเข้าไป ให้กับคอมพิวเตอร์เพื่อสอนให้คอมพิวเตอร์เรียนรู้และทำให้เกิดการพัฒนา “ประสบการณ์” ของตัวโปรแกรมเองที่ เรียกว่า เป็นการสร้างโมเดล (Model) การเรียนรู้ให้คอมพิวเตอร์มีมุมมอง สามารถทำนายหรือตัดสินใจทำงานได้ ด้วยตนเอง (Predict) อย่างอัตโนมัติคล้ายมนุษย์โดยไม่จำเป็นต้องอาศัยผู้พัฒนาโปรแกรมป้อนคำสั่งประมวลผล [4] สำหรับสถิติการเรียนรู้ของเครื่อง ในการหารูปแบบความสัมพันธ์และแนวโน้มของชุดข้อมูล จะดำเนินการสร้าง แบบจำลองโดยวิธีการทางสถิติ โดยวิธีการเขียนโปรแกรมการเรียนรู้ด้วยเครื่อง เรียกใช้งาน machine learning algorithm ของไลบรารี Scikit-learn เพื่อนำไปสู่การทำนายผล และประเมินความแม่นยำของโมเดล เพื่อนำ แบบจำลองไปใช้งาน โดยสถิติสำหรับการหาความสัมพันธ์ของชุดข้อมูลในงานวิจัย มีดังนี้

1. Simple Linear Regression เป็นโมเดลที่ศึกษาความสัมพันธ์ของตัวแปร 2 ตัวแปร โดยจะหา ความสัมพันธ์ของตัวแปร x และตัวแปร y เพื่อนำไปสู่การทำนายค่าของตัวแปร y จากค่าของตัวแปร x เมื่อค่าของ ตัวแปร x เปลี่ยนแปลงไป แสดงสมการดังนี้ $Y = a + bX$ โดยที่ a คือ ค่าจุดตัดบนแกน y และ b คือ ค่าความชัน

2. Multiple Linear Regression เป็นโมเดลที่ศึกษาความสัมพันธ์ของตัวแปรตั้งแต่ 2 ตัวขึ้นไป โดยตัวแปรอิสระจะมีมากกว่า 1 ตัว แทนด้วย $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$ ส่วนตัวแปรตามจะมี 1 ตัวเท่านั้นแทนด้วย y โดยแสดงสมการดังนี้ $Y = a + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3 \dots + b_nX_n$ [10]

3. Polynomial regression สร้างสมการเส้นโค้งให้ใกล้เคียงกับแนวข้อมูล หลักการ คือ สมการค่า x จะมีค่ายกกำลังมากกว่า 1 เพื่อให้เส้นสมการสามารถโค้งและให้เส้นสมการที่ทำนาย มีความใกล้เคียงกับข้อมูลจริง ซึ่งได้ผลการทำนายที่คลาดเคลื่อนน้อยกว่าและแม่นยำกว่าแสดงสมการดังนี้ $y = m_1x + m_2x^2 + \dots + m_nx^n + b$ [8] ในส่วนของการประเมินความแม่นยำของโมเดล มีความสำคัญกับการเรียนรู้ของเครื่องเป็นอย่างมาก เนื่องจากจะเป็นตัวบ่งบอกได้ว่า โมเดลที่ได้มีความแม่นยำมากน้อยเพียงใด เหมาะที่จะนำไปใช้งานหรือไม่ หลักการคือหา ระยะความคลาดเคลื่อนระหว่างชุดข้อมูลเรียนรู้ กับชุดข้อมูลทดสอบ สำหรับการประเมินความแม่นยำของโมเดลของการถดถอยจะใช้สัมประสิทธิ์การตัดสินใจ ซึ่งมีสูตรการคำนวณดังนี้ $R^2 = \frac{\sum_{i=1}^N (y_i - \bar{y})^2}{\sum_{i=1}^N (y_i - \bar{y})^2}$ โดย R^2 มีค่าระหว่าง 0 - 1 ถ้ามีค่าเท่ากับ 1 ซึ่งแสดงว่า โมเดลมีความแม่นยำสูงที่สุด ถ้าหากมีค่าเท่ากับ 0 แสดงว่า โมเดลมีความผิดพลาด [11]

4. Logistic Regression เป็นโมเดลที่ใช้สำหรับสำหรับการจำแนกประเภท ซึ่งผลลัพธ์จะอยู่ในรูปของความน่าจะเป็น โดยที่ตัวแปรตามจะมี 2 ค่า คือ 0 และ 1 ตัวอย่างเช่น ชาย กับ หญิง, ฝนตก กับ ฝนไม่ตก เป็นต้น แสดงสมการดังนี้ $p(X) = \frac{e^{\beta_0 + \beta_1 X}}{1 + e^{\beta_0 + \beta_1 X}}$ ในส่วนของการประเมินความแม่นยำของโมเดล สำหรับคำนวณหาค่าจะใช้ Confusion Matrix คือตารางสำคัญในการวัดความสามารถของการเรียนรู้ด้วยเครื่อง ในการแก้ปัญหา Classification [10] แสดงลักษณะดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 ภาพตัวอย่างตาราง Confusion Matrix

จากภาพที่ 1 สามารถทำการหาค่าความถูกต้อง (Accuracy) ซึ่งเป็นการหาค่าสำหรับการวัดความถูกต้องของโมเดล โดยพิจารณาารวมทุกคลาส ได้จากสูตร $Accuracy = \frac{TP+TN}{TP+TN+FP+FN}$

Jiang Kuan [7] 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 และ ยังให้ข้อมูลสำหรับการวิจัยทฤษฎีรอยเท้า

Won Joon Kim, Yong Min Kim และ Myung Hwan Yun [12] ได้ทำการศึกษาการประมาณความสูงจากขนาดมือและเท้าของประชากรเกาหลี การศึกษานี้อ้างอิงจากชายและหญิงชาวเกาหลีได้จำนวน 5,195 คน อายุระหว่าง 20-69 ปี เก็บข้อมูลตัวอย่างของร่างกายจากความสูง ความยาวมือ ความกว้างของมือ ความยาวเท้า และความกว้างของเท้า จากนั้นทำการทดสอบ t-test เพื่อตรวจสอบความแตกต่างที่เกิดจากเพศที่มีนัยสำคัญ และผล

การศึกษาพบว่ามีความสัมพันธ์เชิงบวกและมีนัยสำคัญทางสถิติกับความสูงในทั้งสองเพศ ($p < 0.01$) สำหรับทั้งสองเพศ จากการวิเคราะห์การถดถอยผลปรากฏว่า เพศชายมีความแม่นยำในการทำนายสูงสุดในสมการถดถอยประกอบด้วย ความยาวเท้าและความยาวมือ ($R^2 = 0.532$) ในขณะที่เพศหญิงมีความแม่นยำสูงสุดในแบบจำลองการถดถอยประกอบด้วยความยาวเท้าและความกว้างของมือ ($R^2 = 0.437$) ผลการศึกษานี้ระบุว่าขนาดมือและเท้าสามารถใช้ทำนายความสูงของชาวเกาหลีใต้ได้

อรทัย เขียวพุ่ม [1] ได้ทำการศึกษากการประมาณความสูงและเพศของบุคคลจากระยะก้าวเดินและขนาดรองเท้า วัตถุประสงค์ของการศึกษานี้เพื่อพัฒนาสมการสำหรับใช้ในการคาดคะเนความสูงและเพศของบุคคล หากทราบขนาดรองเท้าและระยะก้าวเดิน จากการทดลองเก็บตัวอย่างรองเท้า (ความกว้างและความยาว) จำนวน 400 ตัวอย่าง โดยแบ่งข้อมูลจากรองเท้าที่สวมใส่โดยเพศชาย และเพศหญิงอย่างละ 200 ตัวอย่าง ซึ่งกลุ่มตัวอย่างมีอายุอยู่ในช่วง 18-60 ปี การวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างความสูงของบุคคลกับระยะก้าวเดิน สามารถคำนวณได้จากการวิเคราะห์ Karl Pearson's correlation แบบจำลองทางสถิติสำหรับการทำนายความสูงและเพศ ถูกสร้างขึ้นโดยใช้ Logistic Regression และการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ ตามลำดับ การทดลองพบว่าค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2) การคาดคะเนความสูงในกลุ่มตัวอย่างเพศชาย จากความสัมพันธ์ของระยะก้าวเดิน ($R^2 = 0.8148$) ความยาวรองเท้า ($R^2 = 0.9045$) ความกว้างรองเท้า ($R^2 = 0.8998$) ขนาดรองเท้า ($R^2 = 0.7315$) ในกลุ่มตัวอย่างเพศหญิง จากความสัมพันธ์ของระยะก้าวเดิน ($R^2 = 0.9104$) ความยาวรองเท้า ($R^2 = 0.9150$) ความกว้างรองเท้า ($R^2 = 0.7296$) ขนาดรองเท้า ($R^2 = 0.4526$) ในกลุ่มตัวอย่างกรณีไม่ทราบเพศ จากความสัมพันธ์ของขนาดรองเท้า ($R^2 = 0.932$) และส่วนของการคาดคะเนเพศ จากความสัมพันธ์ของความกว้าง ความยาว และขนาดรองเท้าสามารถวิเคราะห์การทำนายที่ถูกต้องได้ 92% จากการศึกษาี้แสดงให้เห็นว่าขนาดของรองเท้าและระยะก้าวเดินสามารถไปใช้ประมาณความสูงและเพศได้

วรรัตน์ ก่อเกิด [2] ได้ทำการศึกษากการคาดคะเนความสูงและเพศของบุคคลจากรอยพิมพ์ฝ่าเท้าในกลุ่มประชากรไทย กรณีศึกษาจังหวัดอุดรธานีและจังหวัดแพร่ โดยทำการวัดและเปรียบเทียบความยาวสูงสุดและความกว้างสูงสุดของรอยพิมพ์ฝ่าเท้าในท่ายืน จากกลุ่มตัวอย่างเชื้อชาติไทย ที่มีอายุระหว่าง 18-55 ปี จำนวน 200 คน เป็นเพศชาย 100 คน และเพศหญิง 100 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 ($R^2 = 0.731$) และในส่วนของการคาดคะเนเพศจากความสัมพันธ์ของความยาว และความกว้างฝ่าเท้าซ้าย สามารถวิเคราะห์การทำนายที่ถูกต้องได้ 81.5% และในส่วนของความยาว และความกว้างฝ่าเท้าขวา สามารถวิเคราะห์การทำนายที่ถูกต้องได้ 82.5% การศึกษาครั้งนี้พบว่าความยาวและความกว้างฝ่าเท้ามีความสัมพันธ์กับความสูงและเพศอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติสามารถนำมาสร้างเป็นสมการคาดคะเนความสูงและเพศของประชากรไทยได้

วิธีดำเนินการวิจัย

1. เครื่องมือการวิจัย

1.1 แบบประเมินการหาความสอดคล้องระหว่างคำถามกับวัตถุประสงค์ (IOC) แอปพลิเคชันคำนวณประเมินความสูงและเพศ จากขนาดรองเท้า รอยพิมพ์ฝ่าเท้าและระยะก้าวเดิน

1.2 แบบประเมินความพึงพอใจของแอปพลิเคชันคำนวณประเมินความสูงและเพศ จากขนาดรองเท้า รอยพิมพ์ฝ่าเท้าและระยะก้าวเดิน

1.3 เปรียบเทียบการวัดค่าความแม่นยำและการวัดประสิทธิภาพตัวแบบสมการ ของความยาว ความกว้างของรองเท้า รอยฝ่าเท้า หรือระยะก้าวเดินกับความสูงและเพศของบุคคล โดยใช้การเรียนรู้ของเครื่อง เปรียบเทียบกับงานวิจัยต้นแบบ [1]

2. กลุ่มเป้าหมาย

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

2.2 กลุ่มเป้าหมายผู้ใช้งานโปรแกรมประยุกต์บนเว็บสำหรับคำนวณประเมินความสูงและเพศ คือ เจ้าหน้าที่ตำรวจสำนักงานพิสูจน์หลักฐานตำรวจ จังหวัดกาญจนบุรี จำนวน 20 คน

3. ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

3.1 ศึกษาเกี่ยวกับเครื่องมือสำคัญและกำหนดขอบเขตสำหรับการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชัน และการเรียนรู้ด้วยเครื่อง โดยผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาเกี่ยวกับวิธีการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันจากหนังสือ เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เก็บรวบรวมข้อมูลสรุปสมการคาดคะเนความสูงและเพศจากการศึกษางานวิจัยของอรรถีย์ เขียวพุ่ม [1] และวรารัตน์ ก่อเกิด [2] เพื่อนำสมการที่จากทั้งสองงานวิจัยนี้ มาเตรียมพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันการคำนวณประเมินความสูงและเพศ

3.2 ศึกษาความแตกต่างตัวแบบของการเรียนรู้ด้วยเครื่อง โดยตัวแบบ Linear Regression เป็นการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่มีความสัมพันธ์เป็นแบบเส้นตรงของ 2 ตัวแปร โดยจะหาความสัมพันธ์ของตัวแปร x และตัวแปร y เพื่อนำไปสู่การทำนายค่าของตัวแปร y เมื่อค่าของตัวแปร x เปลี่ยนแปลงไป ซึ่งแตกต่างจากตัวแบบ Polynomial Regression ที่เป็นการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่มีความสัมพันธ์เป็นแบบเส้นโค้ง ซึ่งสมการค่า x จะมีค่ายกกำลังมากกว่า 1 เสมอ เพื่อสร้างสมการเส้นโค้งใกล้เคียงกับแนวข้อมูล [8]

3.3 ดำเนินตรวจสอบชุดข้อมูลตัวอย่าง เพื่อเตรียมสำหรับดำเนินการเรียนรู้ด้วยเครื่องจากงานวิจัยต้นแบบ [1] โดยใช้ตัวอย่าง (dataset) จำนวน 400 ตัวอย่าง แบ่งออกใช้สำหรับคาดคะเนความสูงและเพศจากขนาดรองเท้า จำนวน 200 ตัวอย่าง และใช้สำหรับคาดคะเนความสูงจากระยะก้าวเดิน 200 ตัวอย่าง โดยแบ่งเป็นเพศชายและเพศหญิงอย่างละ 100 ตัวอย่าง แสดงรายละเอียดข้อมูลดังภาพที่ 2

ข้อมูลตัวอย่างการคาดคะเนความสูงจากระยะก้าวเดิน

	Sex	Stature	Footstep
count	200.000000	200.000000	200.000000
mean	1.500000	170.320000	58.520700
std	0.501255	8.382058	9.241432
min	1.000000	151.000000	36.830000

ข้อมูลตัวอย่างการคาดคะเนความสูงจากขนาดรองเท้า

	Sex	Weigh	Stature	Shoe size	Width	Length
count	200.000000	200.000000	200.000000	200.000000	200.000000	200.000000
mean	1.500000	61.850000	167.212500	41.085000	10.882500	27.817500
std	0.501255	12.702170	7.594040	2.149039	1.309971	1.756665
min	1.000000	40.000000	150.000000	36.000000	8.000000	25.000000

ภาพที่ 2 ชุดข้อมูลตัวอย่างจากงานวิจัยต้นแบบ [1]

จากภาพที่ 2 แสดงให้เห็นว่าชุดข้อมูลตัวอย่างการคาดคะเนความสูงจากระยะก้าวเดิน ประกอบด้วย เพศ ความสูง และระยะก้าวเดิน ในส่วนของชุดข้อมูลตัวอย่างการคาดคะเนความสูงจากขนาดรองเท้า ประกอบด้วย เพศ น้ำหนัก ความสูง ความกว้างรองเท้า ความยาวรองเท้า และขนาดรองเท้า (เบอร์รองเท้า)

3.4 ออกแบบและพัฒนาเว็บแอปพลิเคชัน ผู้วิจัยได้ออกแบบหน้าจออินเทอร์เฟซ (Graphical user interface: GUI) สามารถใช้งานและแสดงหน้าจอปรับเปลี่ยนตามอุปกรณ์ (Responsive) ของผู้ใช้งานได้ ไม่ว่าจะอยู่ในรูปแบบโทรศัพท์ หรือคอมพิวเตอร์ ก็สามารถใช้งานได้สะดวก เพียงแค่มีอินเทอร์เน็ตเท่านั้น หลังจากนั้นดำเนินการส่งแบบประเมินให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 6 ท่าน ประเมินการหาความสอดคล้องระหว่างคำถามกับวัตถุประสงค์

3.5 หลังจากการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันการคำนวณประเมินความสูงและเพศเสร็จสิ้น ผู้วิจัยได้ดำเนินการนำส่งแบบประเมินการหาความสอดคล้องระหว่างคำถามกับวัตถุประสงค์ ให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 6 ท่าน ก่อนนำเว็บ

แอปพลิเคชันไปทดลองใช้กับกลุ่มเป้าหมาย จำนวน 20 คน เพื่อให้ง่ายต่อการประเมินและเป็นกลุ่มเป้าหมายที่ใช้แอปพลิเคชัน

3.6 สรุปผลวิเคราะห์เปรียบเทียบการวัดค่าความแม่นยำและการวัดประสิทธิภาพตัวแบบของสมการการคาดคะเนหาความสูงและเพศ โดยผู้วิจัยดำเนินการใช้การเรียนรู้ด้วยเครื่องกับข้อมูลดิบ ที่ได้ข้อมูลจากงานวิจัยต้นแบบ [1] โดยดำเนินการแบ่งชุดข้อมูลเรียนรู้และชุดข้อมูลทดสอบ หลังจากนั้นทำการเลือกชุดข้อมูลที่มีค่าความแม่นยำมากที่สุด เพื่อศึกษาเปรียบเทียบของการเรียนรู้ด้วยเครื่องกับงานวิจัย ว่ามีประสิทธิภาพในการหาค่าความแม่นยำและประสิทธิภาพของตัวแบบสมการแตกต่างกันมากน้อยเพียงใด

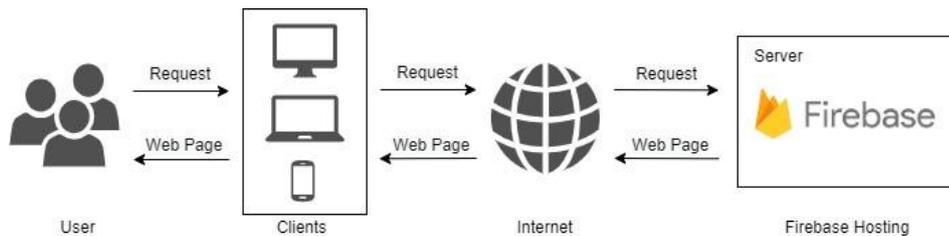
4. สถิติที่ใช้ในการวิจัย สถิติที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน [5] นำผลที่ได้เทียบกับเกณฑ์การประเมิน ดังนี้

ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.51 – 5.00 หมายความว่า ระดับมากที่สุด
 ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.51 – 4.50 หมายความว่า ระดับมาก
 ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.51 – 3.50 หมายความว่า ระดับปานกลาง
 ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.51 – 2.50 หมายความว่า ระดับน้อย
 ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.01 – 1.50 หมายความว่า ระดับน้อยที่สุด

ผลการวิจัย

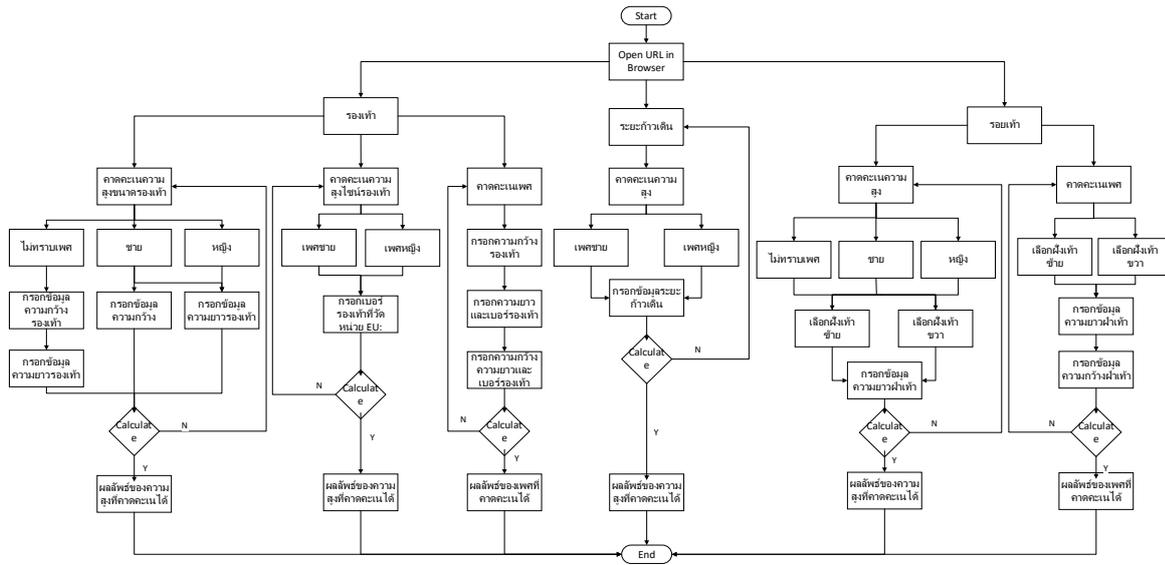
1. ผลการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์บนเว็บ

ผู้วิจัยได้ดำเนินการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์บนเว็บสำหรับคำนวณประเมินความสูงและเพศ จากขนาดรองเท้า รอยพิมพ์ฝ่าเท้าและระยะก้าวเดิน ตามขั้นตอนการวิจัย โดยนำข้อมูลจากการศึกษามาวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงระบบแสดงผลดังภาพที่ 3



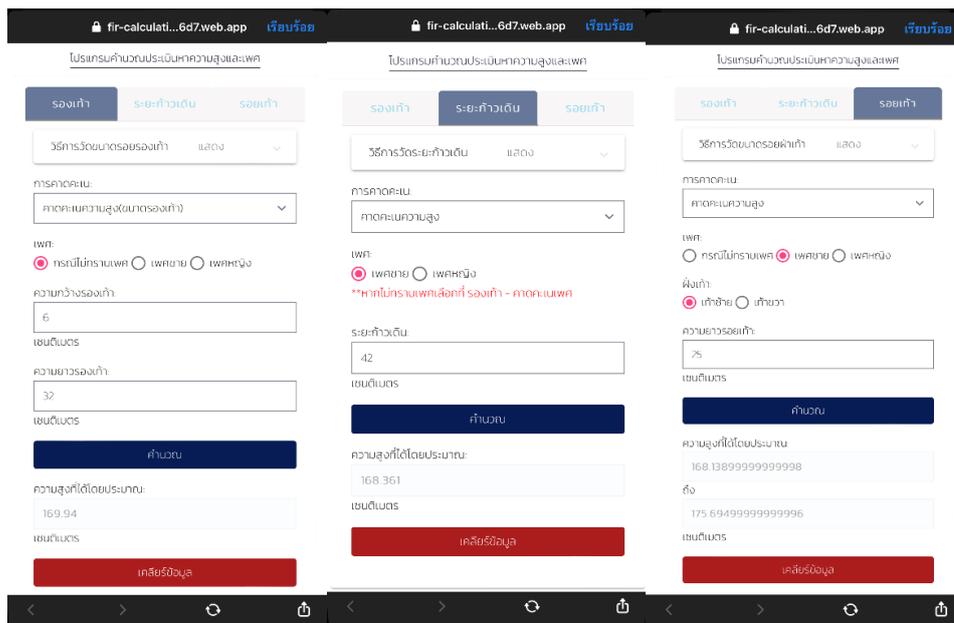
ภาพที่ 3 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงระบบของเว็บแอปพลิเคชันสำหรับคำนวณประเมินความสูงและเพศ

จากนั้นดำเนินการวิเคราะห์เชิงโครงสร้างของเว็บแอปพลิเคชันที่มีองค์ประกอบหลักแสดงถึงการทำงานลักษณะต่าง ๆ เชื่อมต่อกันแสดงดังภาพที่ 4 และตัวอย่างหน้าจอที่ใช้ในการคำนวณแบ่งเป็น 3 หน้าจอหลัก ได้แก่ รองเท้า ระยะก้าวเดิน และรอยเท้า แสดงดังภาพที่ 5



ภาพที่ 4 องค์ประกอบเชิงโครงสร้างเว็บแอปพลิเคชันสำหรับคำนวณประเมินความสูงและเพศ

หน้าจอทั้งสามในภาพที่ 4 สามารถแสดงผลหน้าจอหลังจากเข้า URL บนหน้าเว็บเบราว์เซอร์ จะแสดงหน้าจอเว็บแอปพลิเคชันการคาดคะเนความสูงและเพศ บนหน้าจอคอมพิวเตอร์และสมาร์ตโฟน



ภาพที่ 5 ผลการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันสำหรับคำนวณประเมินความสูงและเพศ

จากภาพที่ 4 และ 5 แสดงให้เห็นว่าการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันสำหรับคำนวณประเมินความสูงและเพศ สามารถคำนวณประเมินความสูงและเพศ จากขนาดรองเท้า รอยฝ่าเท้า และระยะกักเงินได้

2. ผลการประเมินวิเคราะห์หาความสอดคล้องระหว่างคำถามกับวัตถุประสงค์เว็บแอปพลิเคชัน

ผู้วิจัยดำเนินการประเมินวิเคราะห์หาความสอดคล้องระหว่างคำถามกับวัตถุประสงค์ (IOC) จากแบบสอบถามเว็บแอปพลิเคชัน โดยผู้เชี่ยวชาญ 6 ท่าน จากภาควิชาคอมพิวเตอร์ และสาขาวิชานิติวิทยาศาสตร์ จากมหาวิทยาลัยศิลปากร ตรวจสอบแบบสอบถามการวิจัย โดยคัดเลือกเฉพาะคำถามที่มีค่าดัชนีความตรงตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไปมาใช้ เพื่อหาความสอดคล้องระหว่างคำถามกับวัตถุประสงค์ ก่อนนำแบบสอบถามนั้นไปใช้ทำแบบสอบถามประเมินความพึงพอใจต่อการใช้งานเว็บแอปพลิเคชันกับเจ้าหน้าที่ตำรวจสำนักงานพิสูจน์หลักฐาน ตำรวจ จังหวัดกาญจนบุรี และสรุปผลแสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการประเมินวิเคราะห์หาความสอดคล้องระหว่างคำถามกับวัตถุประสงค์เว็บแอปพลิเคชัน

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

จากตารางที่ 1 ผลการประเมินวิเคราะห์หาความสอดคล้องระหว่างคำถามกับวัตถุประสงค์ ของเว็บแอปพลิเคชัน พบว่าข้อรายการคำถามมีค่าความสอดคล้องระหว่างคำถามกับวัตถุประสงค์ ตั้งแต่ 0.50 – 1.00 มีค่า ใช้ได้ สามารถนำรายการข้อคำถามไปใช้ทำแบบสอบถามประเมินความพึงพอใจต่อการใช้งานเว็บแอปพลิเคชันกับเจ้าหน้าที่ตำรวจ

3. ผลการประเมินความพึงพอใจต่อการใช้งานเว็บแอปพลิเคชัน

ผู้วิจัยดำเนินการทดลองใช้งานเว็บแอปพลิเคชันกับกลุ่มเป้าหมาย คือ เจ้าหน้าที่ตำรวจสำนักงานพิสูจน์หลักฐาน ตำรวจ จังหวัดกาญจนบุรี จำนวน 20 คน และทำการสอบถามความพึงพอใจการใช้งานระบบ จากนั้นนำผลการประเมินมาวิเคราะห์ด้วยค่าสถิติพื้นฐานเทียบกับเกณฑ์และสรุปผล แสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการประเมินความพึงพอใจต่อแอปพลิเคชันสำหรับคำนวณประเมินความสูงและเพศ

รายการ	\bar{X}	S.D.	ระดับความคิดเห็น
1. ด้านการออกแบบส่วนติดต่อกับผู้ใช้			
1.1 ความสวยงามของเว็บแอปพลิเคชัน	4.10	0.72	ระดับมาก
1.2 ความง่ายต่อการเข้าใจ	4.25	0.55	ระดับมาก

1.3 ความง่ายต่อการใช้งาน	4.35	0.59	ระดับมาก
1.4 ความสะดวกรวดเร็วในการป้อนข้อมูล	4.45	0.51	ระดับมาก
1.5 ความรวดเร็วในการแสดงผล	4.80	0.41	ระดับมากที่สุด
2. คุณสมบัติและฟังก์ชัน			
2.1 ความครบถ้วนของเนื้อหาในเว็บแอปพลิเคชัน	4.05	0.60	ระดับมาก
2.2 ความถูกต้องของคำศัพท์ในเว็บแอปพลิเคชัน	4.65	0.49	ระดับมากที่สุด
3. การนำข้อมูลมาใช้			
3.1 ความรวดเร็วในการนำข้อมูลมาใช้งาน	4.50	0.51	ระดับมาก
4. เกี่ยวกับเว็บแอปพลิเคชัน			
4.1 ความสะดวกในการเข้าใช้งาน	4.35	0.59	ระดับมาก
4.2 ข้อมูลเป็นประโยชน์ต่อการนำมาใช้งาน	4.20	0.62	ระดับมาก
โดยรวม	4.35	0.60	ระดับมาก

จากตารางที่ 2 ผลการประเมินความพึงพอใจต่อแอปพลิเคชันสำหรับจำนวนประเมินความสูงและเพศพบว่า เจ้าหน้าที่ตำรวจสำนักงานพิสูจน์หลักฐานตำรวจ ที่ใช้งานเว็บแอปพลิเคชันสำหรับจำนวนประเมินความสูงและเพศ มีระดับความพึงพอใจโดยภาพรวมในระดับมาก ($\bar{X} = 4.35$, S.D. = 0.60)

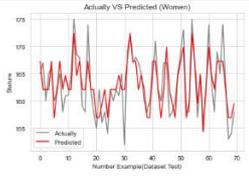
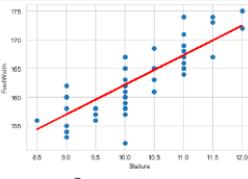
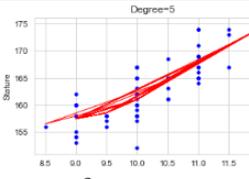
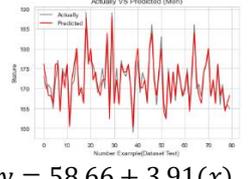
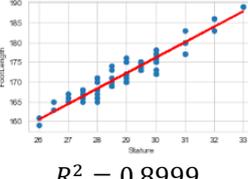
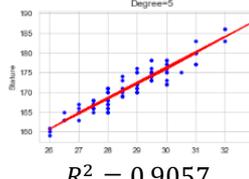
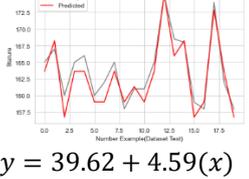
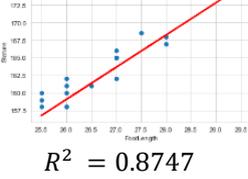
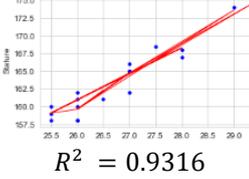
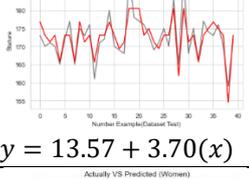
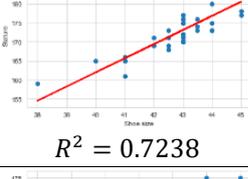
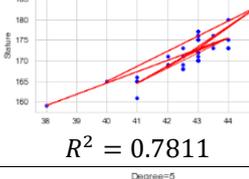
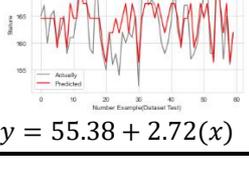
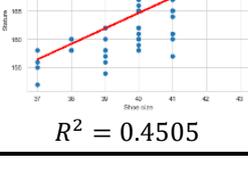
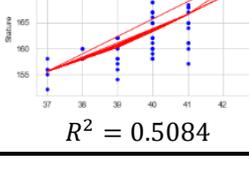
4. การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของตัวแบบโดยใช้การเรียนรู้ด้วยเครื่อง

จากการวิเคราะห์โดยใช้การเรียนรู้ด้วยเครื่อง ด้วยภาษาไพทอน โดยใช้ตัวแบบ Linear Regression และ Polynomial Regression สำหรับการคาดคะเนความสูงจากระยะก้าวเดิน ความกว้างรองเท้า ความยาวรองเท้า และขนาดรองเท้าของเพศชายและเพศหญิง แสดงได้ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 การวิเคราะห์ค่าประสิทธิภาพและความแม่นยำของตัวแบบโดยใช้การเรียนรู้ด้วยเครื่อง

การคาดคะเน	กราฟแสดงความคลาดเคลื่อน	ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอย (Linear Regression)	ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอย (Polynomial Regression)
ความสูง - ระยะก้าวเดินเพศชาย	<p>$y = 150.12 + 0.43(x)$</p>	<p>$R^2 = 0.8028$</p>	<p>$R^2 = 0.8110$</p>
ความสูง - ระยะก้าวเดินเพศหญิง	<p>$y = 105.93 + 1.03(x)$</p>	<p>$R^2 = 0.9075$</p>	<p>$R^2 = 0.9126$</p>
ความสูง - ความกว้างรองเท้าเพศชาย	<p>$y = 115.30 + 4.86(x)$</p>	<p>$R^2 = 0.8792$</p>	<p>$R^2 = 0.9005$</p>

ตารางที่ 3 การวิเคราะห์ค่าประสิทธิภาพและความแม่นยำของตัวแบบโดยใช้การเรียนรู้ด้วยเครื่อง (ต่อ)

การคาดคะเน	กราฟแสดงความคลาดเคลื่อน	ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอย (Linear Regression)	ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอย (Polynomial Regression)
ความสูง - ความกว้างรองเท้าเพศหญิง	 $y = 110.46 + 5.16(x)$	 $R^2 = 0.6802$	 $R^2 = 0.7110$
ความสูง - ความยาวรองเท้าเพศชาย	 $y = 58.66 + 3.91(x)$	 $R^2 = 0.8999$	 $R^2 = 0.9057$
ความสูง - ความยาวรองเท้าเพศหญิง	 $y = 39.62 + 4.59(x)$	 $R^2 = 0.8747$	 $R^2 = 0.9316$
ความสูง - ขนาดรองเท้าเพศชาย	 $y = 13.57 + 3.70(x)$	 $R^2 = 0.7238$	 $R^2 = 0.7811$
ความสูง - ขนาดรองเท้าเพศหญิง	 $y = 55.38 + 2.72(x)$	 $R^2 = 0.4505$	 $R^2 = 0.5084$

จากตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์การวัดประสิทธิภาพการคาดคะเนความสูง จากการเรียนรู้ด้วยเครื่อง พบว่า การใช้ตัวแบบ Polynomial Regression วัดค่าความแม่นยำ มีค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยมากกว่าการใช้ตัวแบบ Linear Regression และสามารถดูความคลาดเคลื่อนระหว่างชุดข้อมูลจริงกับข้อมูลที่ทำนายได้ จะเห็นได้ว่ามีความคลาดเคลื่อนไม่แตกต่างกันมากในค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยที่อยู่ระหว่าง 0.70 - 0.95

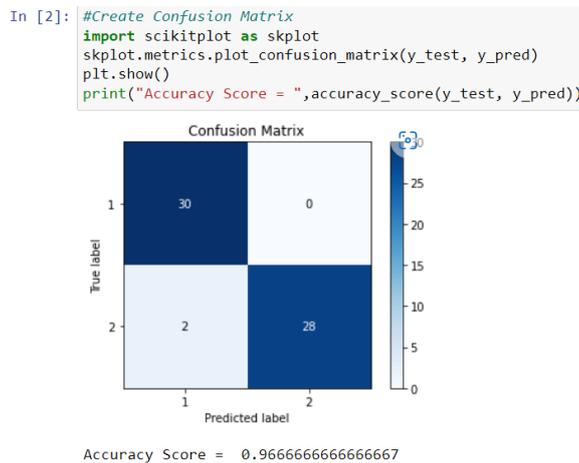
จากใช้ตัวแบบ Multiple Linear Regression สำหรับวิเคราะห์การวัดประสิทธิภาพการคาดคะเนความสูง จากขนาดรองเท้า และใช้ Logistic Regression วิเคราะห์สัมประสิทธิ์ถดถอยเชิงพหุคูณ สำหรับการคาดคะเนเพศ สรุปผลการวิเคราะห์การวัดประสิทธิภาพการคาดคะเนความสูงและเพศ แสดงดังภาพที่ 6 และ 7

```
x= dataset[['Width', 'Length']]
y= dataset[['Stature']]
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)
print("R-squared : ",model.score(x_train,y_train))
```

R-squared : 0.9440366092937177

ภาพที่ 6 วิเคราะห์การวัดประสิทธิภาพคาดคะเนความสูง จากความกว้างและความยาวรองเท้า

จากภาพที่ 6 เมื่อวิเคราะห์การวัดประสิทธิภาพคาดคะเนความสูง จากจากความกว้างและความยาวรองเท้าด้วยการเรียนรู้ด้วยเครื่อง พบว่าการคาดคะเนความสูงชุดข้อมูลกลุ่มตัวอย่างที่ใช้สำหรับทดสอบมีค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจอยู่ที่ 94.40%



ภาพที่ 7 วิเคราะห์สัมประสิทธิ์ถดถอยเชิงพหุคูณ สำหรับการคาดคะเนเพศ

จากภาพที่ 7 เมื่อวิเคราะห์สัมประสิทธิ์ถดถอยเชิงพหุคูณ สำหรับการคาดคะเนเพศด้วยการเรียนรู้ของเครื่อง พบว่า ชุดทดสอบจำนวน 60 ตัวอย่าง แบบจำลองคาดการณ์ 30 ตัวอย่าง เป็นเพศชาย และ 28 ตัวอย่าง เป็นเพศหญิงได้อย่างถูกต้อง และทำนายผิดพลาด โดยข้อมูลจริงเป็นเพศหญิง แต่ข้อมูลที่เครื่องทำนายได้เป็นเพศชายจำนวน 2 ตัวอย่าง ระบบสามารถคาดคะเนเพศจากชุดข้อมูลกลุ่มตัวอย่างที่ใช้สำหรับทดสอบมีความถูกต้องอยู่ที่ 96.67%

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลการคาดคะเนความสูงและเพศจากการเรียนรู้ด้วยเครื่อง ด้วยชุดข้อมูลทดสอบ ผู้วิจัยจึงนำผลการวิเคราะห์มาเปรียบเทียบประสิทธิภาพค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2) ของชุดข้อมูลที่ทำนายจากการเรียนรู้ด้วยเครื่องกับงานวิจัยต้นแบบ [1] แสดงดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ผลการเปรียบเทียบระหว่างงานวิจัยต้นแบบกับงานวิจัยนี้ 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

จากตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์การวัดประสิทธิภาพคาดคะเนความสูง จากการเรียนรู้ด้วยเครื่องพบว่า ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจน้อยกว่างานวิจัยต้นแบบ [1] กรณีใช้ตัวแบบ Linear Regression แต่ถ้าหากวัดค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจด้วยตัวแบบ Polynomial Regression พบว่ามีค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจมากที่สุดที่รายการคาดคะเนความสูงจากความยาวรองเท้าเพศหญิง ในส่วนของตัวแบบ Multiple Regression สำหรับการคาดคะเนความสูงจากความกว้างและความยาวของรองเท้า แสดงดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ผลการเปรียบเทียบระหว่างงานวิจัยต้นแบบกับงานวิจัยนี้ ของการวัดประสิทธิภาพคาดคะเนความสูงจากความกว้างและความยาวรองเท้า

งานวิจัยต้นแบบ	การเรียนรู้ด้วยเครื่อง
0.9320	0.9440

จากตารางที่ 5 ผลการวิเคราะห์การวัดประสิทธิภาพคาดคะเนความสูง จากการเรียนรู้ด้วยเครื่อง โดยใช้ตัวแบบ Multiple Regression พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ 94.40% ซึ่งสูงกว่างานวิจัยต้นแบบ [1] ที่มีค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ 93.20% สามารถสรุปได้ว่า อัตราการเรียนรู้ด้วยเครื่องแตกต่างจากงานวิจัยต้นแบบอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (p-value = 0.000)

นอกจากนี้วิเคราะห์การคาดคะเนเพศ โดย Logistic Regression วิเคราะห์สัมประสิทธิ์ถดถอยเชิงพหุคูณ สามารถวิเคราะห์ค่าความถูกต้องจากกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดได้ 97% ซึ่งมากกว่างานวิจัยต้นแบบ [1] ที่วิเคราะห์ค่าความถูกต้องได้ 92%

การดำเนินโครงการวิจัยนี้ ทำให้เกิดเทคโนโลยีใหม่ที่มีส่วนช่วยในงานด้านนิติวิทยาศาสตร์ สำหรับช่วยลดขั้นตอนในการตรวจพิสูจน์ไปใช้ประโยชน์ในการตรวจพิสูจน์บุคคลในกระบวนการสืบสวน สอบสวน คาดคะเนความสูงและเพศของผู้ต้องสงสัย โดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศเป็นเครื่องมือสนับสนุนการดำเนินงาน ทำให้เกิดกระบวนการพัฒนาคุณภาพของหลักฐาน วัตถุพยาน เพื่อนำไปสู่การพิสูจน์เอกลักษณ์บุคคลและเชื่อมโยงกับรูปคดี

อภิปรายผลการวิจัย

การพัฒนาโปรแกรมประยุกต์บนเว็บสำหรับคำนวณประเมินความสูงและเพศจากขนาดรองเท้า รอยพิมพ์ฝ่าเท้าและระยะก้าวเดิน สามารถอภิปรายผลการวิจัยได้ดังนี้

1. เว็บแอปพลิเคชันสำหรับประมาณความสูงและเพศ ประกอบด้วยส่วนการทำงานหลัก คือ ส่วนของการคำนวณประเมินความสูงและเพศ จากขนาดรองเท้า รอยพิมพ์ฝ่าเท้าและระยะก้าวเดิน การประเมินวิเคราะห์หาความสอดคล้องระหว่างคำถามกับวัตถุประสงค์เว็บแอปพลิเคชันจากผู้เชี่ยวชาญ พบว่า ข้อรายการคำถามมีความสอดคล้องระหว่างคำถามกับวัตถุประสงค์ที่ใช้ได้ ส่งผลให้นำรายการข้อคำถามไปใช้ทำแบบสอบถามประเมินความพึงพอใจ ต่อการใช้งานเว็บแอปพลิเคชันกับเจ้าหน้าที่ตำรวจสำนักงานพิสูจน์หลักฐานตำรวจ จังหวัดกาญจนบุรี พบว่าผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อเว็บแอปพลิเคชันโดยรวม อยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.35$) โดยความพึงพอใจมากที่สุด คือ ความรวดเร็วในการแสดงผล เนื่องจากเว็บแอปพลิเคชันเป็นรูปแบบของเว็บไซต์ทำให้เข้าถึงได้ง่าย สะดวก รวดเร็ว ในทุกพื้นที่ที่มีอินเทอร์เน็ต

2. ผลการวิเคราะห์การวัดประสิทธิภาพคาดคะเนความสูง จากการเรียนรู้ด้วยเครื่องพบว่า กรณีใช้ตัวแบบ Linear Regression ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจคลาดเคลื่อนน้อยกว่างานวิจัยต้นแบบ [1] แต่ถ้าหากวัดค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจด้วยตัวแบบ Polynomial Regression พบว่ามีค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจมากที่สุดที่รายการคาดคะเนความสูงจากความยาวรองเท้าเพศหญิง ในส่วนของผลการวิเคราะห์การวัดประสิทธิภาพคาดคะเนความสูง โดยใช้ตัวแบบ Multiple Regression พบว่ามีค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ 94.40% ซึ่งสูงกว่างานวิจัยต้นแบบ [1] ที่มีค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ 93.20% นอกจากนี้วิเคราะห์การคาดคะเนเพศ โดย Logistic Regression วิเคราะห์สัมประสิทธิ์ถดถอยเชิงพหุคูณ สามารถวิเคราะห์ค่าความถูกต้องจากกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดได้ 97% ซึ่งมากกว่างานวิจัยต้นแบบ [1] ที่วิเคราะห์ค่าความถูกต้องได้ 92% ซึ่งสรุปว่าสามารถคาดคะเนเพศ จากข้อมูลตัวแปรตาม ได้แก่ ความยาวรองเท้า ความกว้างรองเท้า และขนาดรองเท้า ได้เป็นอย่างดี ผลการวิเคราะห์มีทิศทางไปในทางเดียวกัน มีความสอดคล้องและใกล้เคียงกับงานวิจัยต้นแบบ [1]

ข้อเสนอแนะ

1. สามารถพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันเพิ่มการคาดคะเนความสูงและเพศให้ครอบคลุมหรือเพิ่มการค้นหาจากส่วนอื่น ๆ
2. ควรทำการจัดเก็บข้อมูลชุดตัวอย่างให้มีปริมาณจำนวนเพิ่มมากขึ้น เพื่อให้เครื่องทำการเรียนรู้มากขึ้น ซึ่งหากมีชุดตัวอย่างข้อมูลสำหรับให้เครื่องเรียนรู้ได้มาก จะทำให้การทดสอบค่าความถูกต้องและประสิทธิภาพในการวัดค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ ในการคาดคะเนความสูงและเพศมีความถูกต้องมากยิ่งขึ้น เพื่อเป็นแนวทางสำหรับการพัฒนาต่อไป เนื่องจากงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้ใช้ชุดข้อมูลตัวอย่างการทดลองจากงานวิจัยของอรัทัย เขียวพุ่ม [1] ทำให้ผลการทดสอบมีความคลาดเคลื่อนอยู่ในระดับที่ยอมรับได้

เอกสารอ้างอิง

- [1] อรัทัย เขียวพุ่ม. (2563). *การประมาณความสูงและเพศของบุคคลจากระยะก้าวเดินและขนาดรองเท้าเพื่อการสืบสวนทางอาชญากรรม*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาคุชฎบัณฑิต สาขาวิชานิติวิทยาศาสตร์และงานยุติธรรม). นครปฐม: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- [2] วราจันต์ ก่อเกิด. (2554). *การคาดคะเนความสูงและเพศของบุคคลจากรอยพิมพ์ฝ่าเท้าในกลุ่มประชากรไทย กรณีศึกษาจังหวัดอุดรธานีและจังหวัดแพร่*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชานิติศาสตร์). นครปฐม: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- [3] เอ็ม.ดี. ซอฟต์ จำกัด. (ม.ป.ป.). *ความแตกต่างระหว่างเว็บไซต์ (Website) กับเว็บแอปพลิเคชัน (Web Application)*. สืบค้นจาก <https://mdsoft.co.th/ความรู้/290-website-with-web-application.html>
- [4] อรพิน ประวัตินิสิทธ์. (2564). *Python สำหรับงาน Data Science Data Visualization และ Machine Learning*. กรุงเทพฯ: โปรวิชั่น.
- [5] ปวีณ์กร คลังช้อง. (2556). *วัฒนธรรมวิจัยของครูในจังหวัดปัตตานี*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการบริหารการศึกษา). ปัตตานี: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี.
- [6] สุรพงษ์ คงสัตย์ และ ชีรชาติ ธรรมวงศ์. (2558). *การหาความสอดคล้องระหว่างคำถามกับวัตถุประสงค์ (IOC)*. สืบค้นจาก <https://www.mcu.ac.th/article/detail/14329>
- [7] Jiang Kuan. (2018). Regression analysis estimation of stature from foot length. *Cognitive Systems Research*, 52, 251–260.
- [8] กอบเกียรติ สระอุบล. (2563). *เรียนรู้ Data Science และ AI: Machine Learning ด้วย Python*. กรุงเทพฯ: ด้านสุทธาการพิมพ์.
- [9] ชีรสมร หนูมา, ณรงค์ สัจวารณะที และณรงค์ กุลนิเทศ. (2562). ความสำคัญของการตรวจรอยเท้าในสถานที่เกิดเหตุ. *การประชุมวิชาการเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ GRADUATE SCHOOL CONFERENCE 2018*, 1(2), 245-251.
- [10] อรพิน ประวัตินิสิทธ์. (2564). *Python สำหรับงาน Data Science Data Visualization และ Machine Learning*. กรุงเทพฯ: พิมพ์ดี.
- [11] นิคม ถนอมเสียง. (ม.ป.ป.). *สมการถดถอยอย่างง่าย Simple Linear Regression*. สืบค้นจาก https://home.kku.ac.th/nikom/regsimp_nk2559.pdf

- [12] Won Joon Kim, Yong Min Kim, Myung Hwan Yun. (2018). Estimation of stature from hand and foot dimensions in a Korean population. *Journal of Forensic and Legal Medicine*, 55, 87-92.
- [13] ปารณัท วิทยรุ่งโรจน์, สุนีย์ บวรสุนทรชัย และณรงค์ สัจวารนะที. (2562). ความสัมพันธ์ของความสูงจากระดับเท้าขณะเดิน สำหรับการจำแนกบุคคลโดยใช้โปรแกรมวินเอฟดีเอ็ม. *วารสารวิชาการอาชญวิทยาและนิติวิทยาศาสตร์ โรงเรียนนายร้อยตำรวจ*, 5(2), 168-179.